

**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ МГРИ-РГГРУ**

на правах рукописи

Грохольский Никита Сергеевич

**Научно-методические основы оценки интегрального риска экзогенных
геологических процессов**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата

геолого-минералогических наук

Специальность 25.00.08 - Инженерная геология,

мерзлотоведение и грунтоведение

**Научный руководитель
д. г.-м. н. Экзарьян В.Н.**

Москва 2015 г.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
 ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ РИСКА ЭГП НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВ	8
1.1. Современное состояние изучения ЭГП и оценки риска на территории Российской Федерации	8
1.2. Определение опасности и риска.....	17
1.3. Экологический и геоэкологический риски	20
1.5. Подходы к оценке интегрального риска опасных экзогенных геологических процессов при проектировании и строительстве сооружений	26
1.6. Региональные особенности рисков ЭГП	29
 ГЛАВА 2. МЕТОДИКА РАССЧЕТА ИНТЕГРАЛЬНОГО РИСКА ЭГП ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ИНЖЕНЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ	35
2.1. Основные принципы и этапы проведения оценки интегрального риска	35
2.2. Экономические аспекты методики определения интегрального риска ЭГП	40
 ГЛАВА 3. РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО РИСКА ЭГП НА ПРИМЕРЕ СОЧИНСКОГО ПОЛИГОНА.....	42
3.1 Краткая характеристика района работ.....	42
3.2. Характеристика ЭГП и их развитие на хозяйственно-освоенных территориях.	85
3.3 Анализ современных ЭГП территории Сочинского полигона	96
3.4 Построение картографического материала.....	98

3.5 Экономическая оценка стоимости защитных мероприятий.....	110
3.6 Интегральная оценка риска экзогенных геологических процессов территории Сочинского полигона.....	113
Заключение	125
Список литературы.....	127

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы. Одной из основных проблем при инженерно-геологических исследованиях и изысканиях является выбор наиболее подходящей территории для строительства проектируемых объектов и сооружений. Особое место здесь занимает оценка наличия и степени активности экзогенных геологических процессов (ЭГП), определяющих безопасность объектов строительства. Немаловажную роль в данном вопросе играет стоимостной показатель мероприятий по инженерной защите сооружения от воздействия опасных ЭГП, способных повлиять на целостность объекта строительства. Другими словами, перед проектировщиками и непосредственно перед заказчиком строительства встает вопрос о выборе наиболее эффективного и наименее затратного метода в отношении мероприятий по инженерной защите участка строительства от экзогенных геологических процессов. Объектом исследования выбран горноклиматический курорт Красная Поляна и прилегающая территория в связи с наличием проявлений опасных геологических процессов на его территории и повышенной техногенной нагрузкой вследствие строительства объектов для проведения Олимпиады 2014 года.

Цель работы

Целью выполненного исследования является разработка научно-методических основ интегрального риска проявления экзогенных геологических процессов для оценки пригодности территории при проектировании сооружений и выборе наиболее репрезентативного участка их расположения.

Задачи исследования:

1. Анализ существующих методов определения природных и техногенных рисков;
2. Обобщение методик оценки вероятности проявления ЭГП и методов их моделирования и прогнозирования;
3. Разработка принципов и критериев анализа риска ЭГП при проектировании и эксплуатации природозащитных сооружений;
4. Оценка эффективности противооползневых мероприятий;

5. Анализ рисков ЭГП применительно к регионально-геологическим, зонально-климатическим и техногенным условиям горноклиматического курорта (ГК) Красная поляна;

6. Разработка алгоритма и построение интегральной карты рисков проявления ЭГП.

Научная новизна

В результате проведенных исследований впервые получены следующие научные результаты:

1. Впервые введено понятие экономического критерия оценки риска ЭГП;
2. Разработана методика проведения оценки интегрального риска ЭГП;
3. При разработке и апробации методики оценки риска использован новейший картографический программный комплекс ArcGis 10;
4. При оценке экономического критерия риска впервые предложено использование данных тендерных торгов.

Защищаемые положения:

1. При изучении территорий, подверженных проявлениям ЭГП, на предпроектных стадиях необходимо проведение оценки рисков для выбора оптимальной площади строительства инженерных объектов.

2. Оценка риска должна проводиться путем последовательного анализа и интегрирования рисков от отдельных ЭГП с учетом факторов и условий, обуславливающих эти процессы.

3. Оценка интегрального риска ЭГП базируется на геолого-экономических критериях, т.е. вероятности проявления ЭГП и предварительной оценке комплекса защитных мероприятий.

4. При планировании строительства на территории Сочинского полигона необходимо опираться на результаты оценки интегрального риска экзогенных геологических процессов для территории предполагаемой застройки.

Практическая значимость

На основе использованной методики составлена интегральная (обобщенная) карта риска экзогенных геологических процессов, распространенных на изучаемой территории. Карта интегрального риска опасных экзогенных геологических процессов дает возможность оперативно определить наиболее безопасные зоны для строительства инженерных сооружений на исследуемой территории, а также рассчитать ориентировочную стоимость защитных мероприятий от ЭГП, характерных для данной местности. Предлагаемая методика не имеет ограничений по характеру территории, на которой она может быть применена, что отражает универсальность методов определения интегрированных рисков опасных экзогенных геологических процессов. Результаты данного исследования использованы при построении картографического материала при составлении ГИС-Атласа карт Сочинского полигона в рамках ведения государственного мониторинга состояния недр на территории Российской Федерации.

Апробация диссертации

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на VIII международной конференции «Новые идеи в науках о Земле» (Москва, РГГРУ, 2008г), X международной конференции «Новые идеи в науках о Земле» (Москва, РГГРУ, 2010г), VIII научно-практическая конференция молодых специалистов «Инженерные изыскания в строительстве» (Москва, ПНИИИС, 2012г), VIII Общероссийская конференция изыскательских организаций "Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации" (Москва, ПНИИИС, 2012г), IX научно-практическая конференция молодых специалистов «Инженерные изыскания в строительстве» (Москва, ПНИИИС, 2013г). Все материалы конференций опубликованы в качестве тезисов докладов.

Публикации

Всего по теме диссертации опубликовано 7 работ, в том числе 2 – в реферируемых журналах по списку ВАК.

Структура и объем работы

Диссертация объемом 135 страниц, состоит из введения, 3 глав и заключения, содержит 44 рисунков, 8 таблиц и список литературы, включающий 121 наименование.

Благодарности

Автор выражает благодарность профессорско-преподавательскому составу кафедры экологии и природопользования и инженерной геологии МГРИ-РГГРУ им. Серго Орджоникидзе, в частности моему научному руководителю профессору В.Н.Экзарьяну, профессору Ю.Б. Осипову за консультации по теме диссертации, а также коллективу ФГУГП «Гидроспецгеология» за предоставленные материалы и консультации в ходе исследования, Спектору С.В., Королеву Б.И., Вожику А.А., Новикову К.В. Особую благодарность выражаю моей супруге Грохольской С.А. за помощь в редакции и предпечатной подготовке материалов диссертации.

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ РИСКА ЭГП НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВ

1.1. Современное состояние изучения ЭГП и оценки риска на территории Российской Федерации

Изучение ЭГП относится к наукам о земле, разделу геология и подразделу инженерная геология. Своими корнями изучение ЭГП начиналось со времен становления геологии как науки и основы были заложены Ломоносовым М.В., Мушкетовым И.В., Обручевым В.А. и многими другими учеными. Современные основы изучения ЭГП относятся к такой науке как инженерная геология, основоположниками первых идей и учений в данной отрасли науки стали Попов И.В., Приклонский В.А., Золотарев Г.С. [33-36], Ломтадзе В.Д. [44-47] и др. ученые. Для того чтобы наиболее полно изучить и понять место того или иного типа ЭГП среди природных процессов на протяжении многих лет разрабатывались различные классификации процессов. В СССР, среди прочих, наибольшую известность получили классификации оползневых процессов Павлова А.П., Саваренского Ф.П. [74], Маслова Н.Н., Дранникова А.М., Попова И.В., Золотарева Г.С. [35], Гулакяна К.А. [15-18] и Кюнтцеля В.В. [15], Емельяновой Е.П. [22-29] и др.

Изучение ЭГП – это совокупность научных ответвлений инженерной геологии, направленных на изучение определенного типа ЭГП. Разнообразие ЭГП относится непосредственно к глобальной группе природных процессов, которые были разделены Зилингом Д.Г. и Харькиной М.А. [85-86] на 3 класса по характеру воздействия на человека:

1. Катастрофические (оползни, сели, обвалы и т.д.);
2. Опасные (овражная эрозия, карст, абразия и т.д.);
3. Неблагоприятные (боковая и донная эрозия, суффозия, пучение, наледиобразование и т.д.).

Однако данная классификация далеко не единственная, ранее вопросами классификации, в том числе ЭГП, занимались Саваренский П.Ф. (1937), Панюков П.Н.

(1978), Попов И.В. (1959), Ломтадзе В.Ф. (1977), Золотарев Г.С. (1983), Шеко А.И. (1999)[89-92] и другие.

Классификация Саваренского П.Ф. разработана в 1937 году, основана на наиболее правильном подходе в инженерной геодинамике, по мнению Осипова В.И. [53], представлена в таблице 1.

Таблица 1. Классификация ЭГП (по Саваренскому Ф.В.[74])

Категория процессов (явлений)	Вид процессов (явлений)
1. Явления, связанные с деятельностью поверхностных вод (морей, озер, рек, каналов)	1. Подмыв берегов и их обрушение (морская и речная абразия) 2. Размыв склонов (овраги) 3. Сели (муры)
2. Явления, связанные с деятельностью поверхностных и подземных вод	4. Болота 5. Просадки 6. Карст
3. Явления, связанные с деятельностью поверхностных и подземных вод на склонах	7. Оползни
4. Явления, связанные с деятельностью подземных вод	8. Суффозия 9. Плывуны
5. Явления, связанные с действием ветра	10. Развевание и навевание
6. Явления, связанные с промерзанием и оттаиванием грунта	11. Промерзание почвы и пучинистость 12. Вечная мерзлота и ее проявления
7. Явления, связанные с внутренними силами в горных породах	13. Осадки, сжатие и разбухание
8. Явления, связанные с внутренними силами Земли	14. Сейсмическая активность
9. Явления, связанные с деятельностью человека	15. Поверхностные и подземные деформации при искусственных подземных и глубоких выработках

В последствии в 1952 г. Панюковым П.Н. была разработана классификация основывающаяся на ранжировании объектов, связанных с деятельностью подземных и поверхностных вод, по уровням с выделением групп и подгрупп типов ЭГП. Попов И.В. в 1959 году высказался о том, что данная классификация далеко не полная, так как опирается на выделение процессов связанных с деятельностью подземных и поверхностных вод как основополагающей причиной возникновения того или иного типа ЭГП, по его мнению деятельность подземных и поверхностных вод может являться лишь одним из факторов образования процесса. В 1959 году Поповым И.В. было предложено классифицировать типы ЭГП по главной действующей силе при образовании или активизации процесса. Исходя из данного положения, было выделено 7 типов ЭГП[36]:

- 1) явления, связанные с действием фактора выветривания;

- 2) явления, связанные с действием силы ветра (абразия, эоловые процессы);
- 3) явления, связанные с действием веса текучих вод (смыв, эрозия);
- 4) явления, связанные с действием веса текучей воды, взвешенных и влекомых ею составляющих твердого стока (сели);
- 5) явления, связанные с действием веса пород (обвалы, осыпи, оползни);
- 6) явления, связанные с действием силы гидродинамического давления и веса подземных потоков вод (суффозия);
- 7) явления, связанные с силами, развивающимися при замерзании и оттаивании подземных вод (мерзлотные деформации, наледи, пучины).

На основании предложенных классификаций Саваренского и Попова в 1978 году была предложена усовершенствованная классификация Панюкова П.Н., мало отличающаяся от вышеупомянутых [74]. Наравне с этим Ломтадзе В.Д.[45] была предложена классификация ЭГП, в основу которой было положено разделение понятий процесса и явления, представленная в таблице 2.

Таблица 2. Классификация экзогенных геологических процессов и явлений (по В.Д. Ломтадзе [45])

Процесс	Явление
Деятельность поверхностных вод (морей, озер, водохранилищ, рек и временных водотоков)	Подмыв и разрушение берегов морей, озер и водохранилищ. Подмыв и разрушение речных берегов. Размыв склонов – овражно-балочные явления
Паводки на горных реках	Сели
Деятельность поверхностных и подземных вод	Заболачивание территорий, просадочные явления, карст
Действие подземных вод	Плывуны, суффозия
Действие гравитационных сил	Оползни, обвалы
Деятельность ветра	Развеивание и навеивание
Промерзание и оттаивание горных пород	Термокарст, морозное пучение, наледи
Действие внутренних сил в горных породах	Набухание, усадка, разуплотнение
Действие внутренних сил Земли	Сейсмические явления
Инженерная деятельность человека	Разрушение и уничтожение полезных площадей при разработке месторождений твердых полезных ископаемых. Оседание поверхности земли при значительных откачках подземных вод, нефти и газа. Затопление и подтопление территорий. Вторичное засоление горных пород при орошении территорий.

Исследование оползневых процессов имеет достаточно высокую степень социальной значимости в связи с катастрофичностью проявлений. Активизация оползневых процессов может привести к разрушению инженерных сооружений и гибели людей. Весомый ущерб от оползневых процессов обуславливает актуальность изучения данного вопроса. В истории изучения оползневых процессов на территории Российской Федерации и некоторых сопредельных государств, входящих ранее в состав СССР, можно выделить несколько периодов изучения оползней, основанных на различиях актуальности данного вопроса в определенные периоды.

Первые упоминания и описания территорий подверженных оползневым процессам были еще в XVIII – XIX вв., составленные в виде заметок таких путешественников, как Паллас, Людвиг и др., данные описания относятся преимущественно к территориям Крыма, Одессы, Киева, Нижегородской губернии. Также достаточно активно оползневые процессы описывались и изучались в XIX – XX вв., данный вопрос в этот период затрагивался при строительстве железных дорог на территории России. Уже в те времена инженеры-строители и геологи обращали внимание на обеспечении мер безопасности, так как оползневые процессы активно воздействовали и разрушали железнодорожное полотно, и для того, чтобы избежать негативного воздействия возводились заградительные и дренажные сооружения.

Большое количество публикаций с описанием механики процесса и непосредственно оползневых массивов связано с фамилиями таких исследователей, как: Архангельский А.Д., Павлов А.В., Погребов Н.Ф., Мушкетов И.В., Зайцев А.М., Богданович К.И., Чарноцкий С.И. и др.

Впоследствии начинает организовываться одна из первых систем наблюдения и сбора информации об оползневых процессах на территории Крымского полуострова под названием «План наблюдений» 1909 года. Границей данного периода можно считать 1924-1925 года, когда Мушкетовым и Погребовым были проведены попытки обобщения накопленного материала наблюдений южных регионов страны, а Павловым была переведена на русский язык монография «Геология», что дало возможность ознакомления с опытом зарубежных исследований в данной области. В данный период впервые возникла необходимость выявления общих критериев и закономерностей устойчивого состояния земляных масс, подверженных оползневым процессам, в связи с активным строительством железнодорожной сети.

Первая всесоюзная конференция по вопросам методологии изучения и защиты от оползневых процессов состоялась в 1934 году. На данной конференции были изложены результаты исследований, опирающихся на накопленный, к тому времени, материал по оползневой станции в Крыму, на Одесской, Черноморской, Киевской оползневым станциям, а также по исследованиям на территории Северного Дагестана, Дальнего Востока, Чечне и Грузии.

В 1935 году Саваренским П.Ф. впервые были совершены попытки классификации оползневых процессов, в дальнейшем вопрос классификации оползней становится наиболее актуальным. К 1937 году Родионовым В.Е. были проведены исследования оползней в районах многолетнемерзлых пород.

В начале 40-х годов наибольшую актуальность приобрели вопросы проектирования и строительства защитных сооружений, были опубликованы работы Клевцова И.А. (1938 г.), Клемц В.К. (1939 г.), Гольдштейна М.Н. (1939, 1940 гг.), Кнорре М.Е. (1939 г.), Фандеева А.Б. (1940 г.)

В период Великой Отечественной войны, по объективным причинам, публикаций было мало, в основном они связаны с оперативными противооползневыми мероприятиями в области обеспечения транспортного движения (Шахунянц Г.М. 1944-1947).

Вопросы инженерно-геологического районирования территорий начинают обсуждаться с 1948 года. Одними из первых опубликованных по данной тематике стали работы по изучению обстановки Саратовского Поволжья – Кузин А.Г. (1948г), южного берега Крымского полуострова – Цыпиной И.М. (1957г), Шеко А.И. (1958 г), Золотарев Г.С. (1970 г), Грузии – Ломтадзе В.Д. (1959г) и др. Также для данного периода характерно изучение свойств горных пород на склонах (Приклонский В.А., 1949 г.), влияния атмосферных осадков на формирование и активизацию оползней (Круподеров В.С., 1988), прогноза оползней (Славянов В.Н., 1957 г., Емельянова Е.П., 1959 г.[26]), активизация оползневых процессов под действием тектонических движений (Солоненко В.П., 1960 – 1976 г., Хромовских В.С., 1964 – 1968 г., Федоренко В.С., 1968 – 1988 г., Маркарьян В.В., 1978 г., Круподеров Ю.С., 1984 г., Зеркаль О.В.[9], 1994 г. Бондарик Г.К. [6-8] и др.).

Основные вопросы, решаемые при развитии изучения оползневых процессов, представлены в таблице 3, также перечислены наиболее значимые исследователи, занимавшиеся изучением оползней.

Таблица 3. Основные аспекты исследования оползней

№	Аспект изучения оползневых процессов	Начало изучения, год	Количество публикаций	Основные исследователи
1	Абразия морских берегов и оползни	1933	более 32	Выржиковский Р.Р.
				Качурин С.П.
				Зарва А.В.
				Бяллович Ю.П.
				Клюева В.А.
				Блохман Г.З.
				Коробкина Н.С.
				Козлова Т.В.
				Пуляевский Г.М.
Савкин В.М.				
2	Оползни на железных и автомобильных дорогах	1882	более 157	Орудянц К.С.
				Попов И.В.
				Бернадский Л.Н.
				Бобков Н.В.
				Нифантов А.П.
				Родионов В.Е.
Ясюнас Л.П.				
3	Борьба с оползнями и оценка эффективности противооползневых мероприятий	1919	более 319	Клевцов И.А.
				Гольдштейн М.Н.
				Мариупольский Г.
				Кнорре М.Е.
				Фандеев В.В.
				Веденисов Б.Н.
				Глазов Н.В.
				Абрамов С.К.
				Тер-Степанян Г.И.[79]
Нифантов А.П.				
4	Влияние состава и свойств горных пород на формирование оползней	1932	более 172	Коновалов И.М.
				Золотарев Г.С.
				Сысак Я.
				Хазин В.И.
				Мартемьянов В.И.
				Мавлянов Г.А.
				Минченко В.Д.
				Ниязов Р.А.
				Преснухин В.И.
Арешидзе Г.М.				
Аршакян Г.А.				

				Зарва А.В. Блохман Г.З. Рудаков В.Е. Круподеров В.С. Ткач В.Н. Яковлев Н.Н. Сергеева Н.С. Беспалова Е.Н. Часовникова Э.А. Емельянова Е.П. Балаян Б.М. Пустыльник С.И.
5	Классификация оползней	1933	более 64	Золотарев Г.С. Емельянова Е.П. Гулакян К.А. Ниязов Р.А. Самохвалова М.П. Тер-Степанян Г.И. Шешеня Н.Л. [95-97] Клименко А.И.
6	Моделирование оползневой процесса	1937	более 160	Гулакян К.А. Зелинский И.П. Мирасланов М.М. Петрухина И.А. Максимов М.М. Тихвинский И.О.[80] Постоев Г.П. Комарницкий Н.И. Круглов А.В. Маркарьян В.В.
7	Методические вопросы стационарных, режимных наблюдений и мониторинга оползней	1900	более 206	Емельянова Е.П. Нифантов А.П. Нечаев Б.И. Огильви А.А. Маркарьян В.В. Зеркаль О.В. Погребов Н.Ф. Мушкетов Д.И. Павлов А.П.
8	Оползневая опасность и риск	1974	более 70	Тер-Степанян Г.И. Грэждяну П.М.

				Авербух И.Ш.
				Безуглова Е.В.
				Маций С.И.
				Осипов В.И.
				Тихвинский И.О.
9	Прогнозирование оползней	1957	более 350	Розовский Л.Б.
				Славянов В.Н.
				Тихвинский И.О.
				Постоев Г.П.
				Круподеров В.С.
				Шешеня Н.Л.
				Шеко А.И.

Наиболее важным вопросом при изучении оползней являлось исследование закономерностей образования и активизации процесса. Решением данного вопроса в конце 70-х годов XX века занимался ВСЕГИНГЕО. Под руководством Круподерова В.С. и Шеко А.И. [60, 90, 91, 94] были разработаны методические основы для изучения регионального режима ЭГП, а также опубликованы результаты исследований оползней Черноморского побережья, разработаны долгосрочные прогнозы и составлены карты районирования ЭГП. Кроме того были проведены многочисленные натуральные эксперименты по моделированию оползней под руководством Постоева Г.П. [57-59].

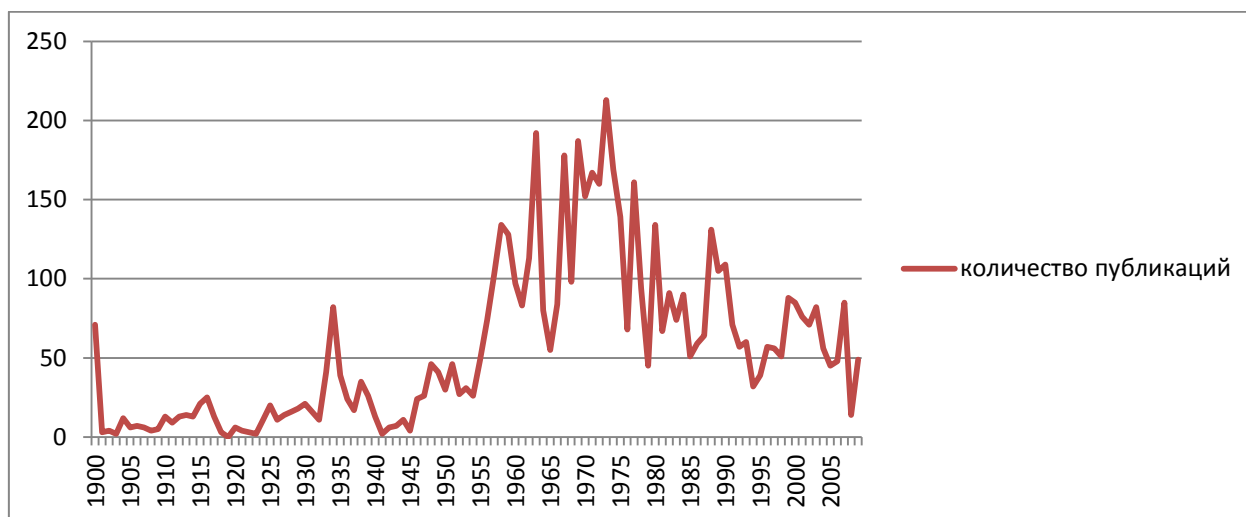


Рис. 1 Статистика публикаций научных работ в области оползневедения

По данным представленным в таблице 3 и общему количеству публикаций рис. 1 можно определить актуальность проблемы изучения различных аспектов оползневых процессов. Актуальность изучения и получения данных об оползневых процессах непосредственно зависит от степени освоения территории. При активной техногенной

нагрузке на территорию возникает риск возникновения новых оползневых процессов и активизация уже существующих, так как антропогенное воздействие на неустойчивые горные породы, при определенных условиях, является одним из факторов образования ЭГП и оползневых процессов в частности.

1.2. Определение опасности и риска

Опасностью, согласно действующей нормативной базе Российской Федерации, в том числе ГОСТ Р 51898-2002 «Аспекты безопасности», называется потенциальный источник возникновения ущерба. Применительно к настоящему исследованию источником ущерба рассматривается экзогенный геологический процесс. Однако, по мнению Осипова В.И. [53], однозначное понятие опасности и риска отсутствует. Для уточнения и понимания термина «опасность» необходимо систематизировать существующие виды опасностей. В качестве источников опасности рассматриваются явления техногенного или природного происхождения, последствия которых могут нанести ущерб, как сооружениям, так и жизни человека. На рисунке 2 приведена классификация опасных природных явлений [113].

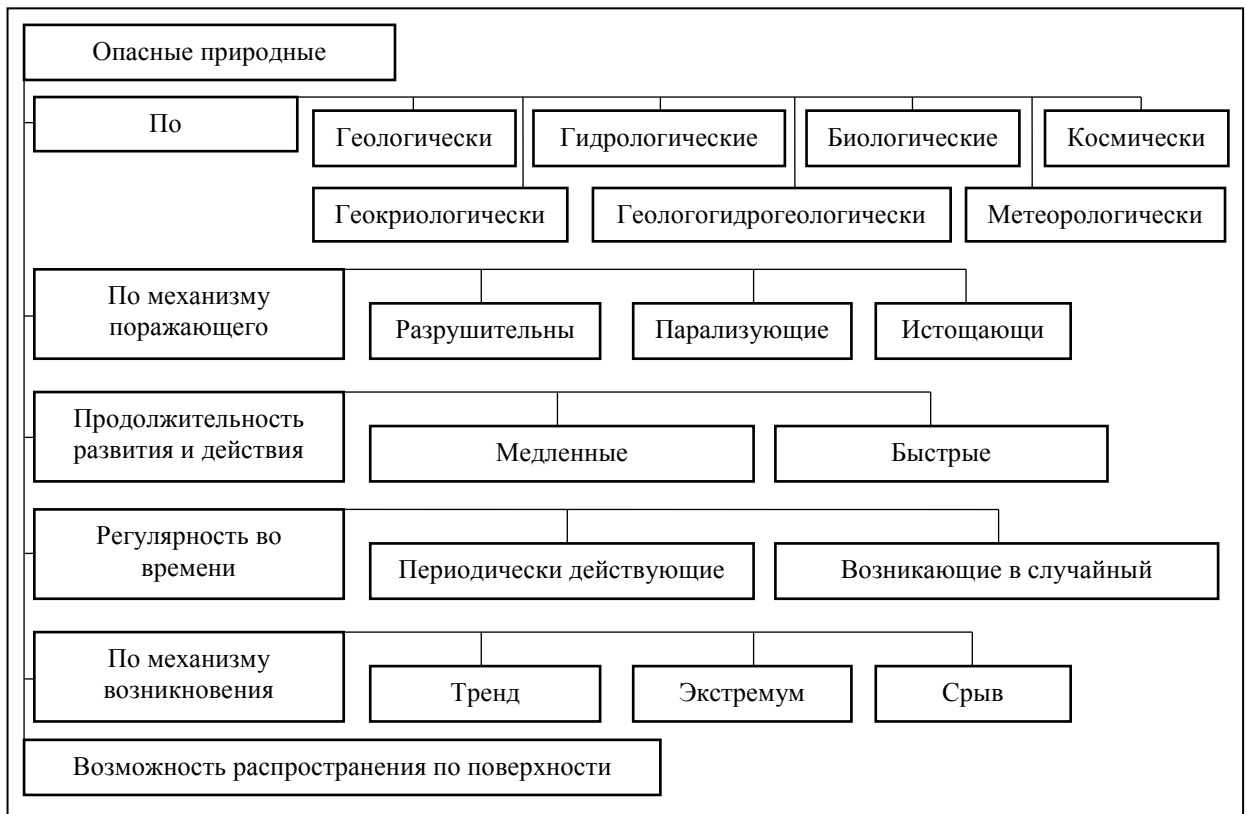


Рис. 2 Классификация опасных природных явлений

Также в нормативной базе Российской Федерации существует устоявшееся и общепринятое понятие риска. «Риск – сочетание вероятности нанесения ущерба и тяжести этого ущерба» (согласно ГОСТ Р 51898-2002)[111]. При том, что ущерб – это нанесение физического повреждения или другого вреда здоровью людей, или вреда имуществу или

окружающей среде. Данная формулировка дает общее понятие о том, что такое риск. Более адаптированное понятие для экологической сферы приведено в ГОСТ Р 22.0.02-94 «Вероятность или частота возникновения источника чрезвычайной ситуации, определяемая соответствующими показателями риска». Применительно к данному исследованию, риском можно назвать величину вероятности проявления ЭГП, выраженную в количественном эквиваленте.

Также нормативная база Российской Федерации на данный момент определяет понятие интегрального риска как вероятностную меру совокупности опасностей (рисков), установленная для определенного объекта в виде возможных потерь за заданное время [112]. Интегральный риск включает в себя совокупность дифференцированных рисков, таких как физический, экономический, геологический, социальный, индивидуальный и др. В данной работе автором введено понятие об интегральном риске, которое определяет многофакторность разнородных критериев оценки риска, объединенных единством методики расчета. Интегральность включает в себя изучение и суммирование факторов, определяющих риск проявления ЭГП на изучаемой территории, и учитывает климатические, геологические, геоэкологические и инженерно-геологические и экономические факторы риска.

Общепринятое понятие оценки риска заключается непосредственно в подсчете объектов (элементов риска), в том числе оценка имущества, количество человеческих жизней, вероятностный критерий риска, оценка уязвимости элементов риска. Данная оценка выражена величиной ущерба и количеством человеческих жертв, а также приводится вероятность наступления ЭГП, согласно материалы семинара LARAM. В настоящем исследовании автор делает акцент на оценку риска с позиции его определения как площадного фактора для планируемых сооружений.

В настоящее время МЧС РФ определяет первоочередной задачей по предупреждению воздействия ЭГП на инженерные объекты и, как следствие, предупреждение человеческих жертв [113]. Исходя из этого целесообразно и рационально проводить заблаговременную оценку риска воздействия ЭГП на территории будущего строительства объектов.

При выборе участка для строительства необходимо выполнять обследование не только запланированной территории, но и прилегающих территорий [112] с целью выявления наиболее безопасного и, в тоже время, оптимального в отношении затрат на

защитные мероприятия участка территории. На участках с повышенной степенью риска необходимо проведения комплексных геоэкологических исследований, инженерно-геологических и инженерно-экологических изысканий.[5]

В настоящий момент при выборе расположения инженерных сооружений инвесторы и заказчики строительства руководствуются понятием рентабельности строительства того или иного объекта, не учитывая риск воздействия ЭГП на эти объекты, что в результате приводит к дополнительным эксплуатационным затратам.

Приведенная методика оценки интегрального (многофакторного) риска ЭГП учитывает не только вероятностную составляющую общепринятого риска, но и ориентировочную стоимость, затраченную на минимизацию проявления ЭГП на территории проектируемого сооружения. В отличие от предшествующих методик оценки риска, разработанная имеет иной концептуальный подход. Основной целью данной методики является предупреждение и заблаговременная минимизация риска проявления ЭГП на ранних стадиях проектирования, а не подсчет убытков полученных в результате проявления одного из процессов на данной территории.

1.3. Экологический и геоэкологический риски

В настоящий момент в нормативной базе нет четкого определения геоэкологического риска. В работе Молочко А.В. [50] дано определение и представлена классификация рисков, в которой геоэкологический риск выделяется отдельным пунктом. Для определения геоэкологического риска первоочередным является понятия экологического риска.

Экологический риск – вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера согласно Федеральному закону от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды"

Как следует из вышеприведенного определения экологический риск включает критерии поражения объектов хозяйственной деятельности. Многие хозяйственные объекты подвержены воздействию ЭГП, такие как оползни, подтопления, эрозия, сели и другие. Любой из типов ЭГП в той или иной степени оказывает влияние на экологическое состояние окружающей среды, и соответственно являются негативными событиями. Характер и сила воздействия зависит непосредственно от сценария развития процесса. Процессы медленно развивающиеся, как правило, наносят минимальный ущерб природной среде, так как их развитие можно предупредить и минимизировать на ранних стадиях, в отличие от быстро протекающих, последствия которых могут быть катастрофическими, что связано с неготовностью человека противостоять им. К примеру, избыточные осадки в течение нескольких часов привели к активизации оползне-селевых процессов в Рио-де-Жанейро (Бразилия, 12 января 2013г). По подсчетам пострадало более 2000 человек, 270 из них погибли.

Опираясь на опыт предыдущих исследований, в том числе Молочковой А.В., понятие геоэкологического риска достаточно широко описывает риски, имеющие геологическую, экологическую, техногенную и экономическую составляющие. «**Геоэкологический риск** – сочетание вероятности и последствий проявления опасности, вытекающее из комплексного негативного воздействия всех компонентов природной среды. Его целесообразно систематизировать, опираясь, на классификацию рисков,

выделяя природно-геоэкологические, техногенно-геоэкологические, социально-геоэкологические и экономико-геоэкологические риски». [50]

В данной работе рассматривается лишь один из аспектов геоэкологического риска, который понимается как вероятность проявлений опасных природных процессов (ЭГП), оказывающих влияние на компоненты природной среды, экосистемы и природно-технические систем. Геоэкологический риск не является прямым, поэтому для его расчета требуется комплексный и системный подход при рассмотрении каждого проявления ЭГП в отдельности. Показатель геоэкологического риска интегральный, т.е. должен учитывать множество факторов и условий, определяющих возможность его возникновения.

Большой вклад в решение задачи по определению рисков воздействия ЭГП в своих работах внес Рагозин А.Л.[61-69], разработавший классификацию природных рисков (табл. 4), а также количественную оценку природных рисков на территории Российской Федерации [67].

Табл. 4 Классификация природных рисков по Рагозину А.Л.[68]

Уровень и признак выделения	Классификационная группировка риска (опасности)	
1. Генезис	Природный	Техногенный
2. Среда развития	Геологический, гидрогеологический, метеорологический, космический	Инженерно-геологический, инженерно-гидрологический, инженерно-метеорологический
3. Механизм	Сейсмический, оползневой, селевой, лавинный, абразионный, карстовый, цунами, наводнений, ураганов и т.д.	Переработки берегов водохранилищ, подтопление территорий, наведенной сейсмичности, техногенных оползней, селей и т.д.
4. Масштаб	Локальный, региональный, (подтипы: муниципальный, районный, субъектный, областной, краевой, республиканский), суперрегиональный (подтипы: государственный (федеральный, национальный, межгосударственный), глобальный)	

5. Характер воздействия	Одномоментный (подтипы: разовый, многоразовый), перманентный (подтипы: относительно постоянный, кумулятивный, экстенсивный)
6. Полнота учета	Частый (от одной опасности), интегральный (от нескольких опасностей)
7. Форма проявления	Прямой, косвенный, полный
8. Сфера фиксации	Социальный (подтипы: полный и индивидуальный первого и второго рода), физический (вещественный), экономический, экологический
9. Форма выражения	Событийный, стоимостный, комбинированный (приведенный)
10. Степень предотвращения	Предотвращенный, частично предотвращенный, непредотвращенный (остаточный)
11. Индивидуальный риск (чел./чел.*год)	Малый: $<2,7 \cdot 10^{-7}$, небольшой: $(2,7 - 3,3) \cdot 10^{-7}$, средний: $3,3 \cdot 10^{-7} - 10^{-6}$, большой: $10^{-6} - 10^{-5}$, очень большой: $10^{-5} - 10^{-4}$, исключительно большой: $>10^{-4}$
12. Экономический риск (тыс.руб./га*год)	Малый: <2 , небольшой: $2 - 10$, средний: $10 - 20$, большой: $20 - 100$, очень большой: $100 - 200$, исключительно большой: >200

Данная классификация, на наш взгляд, наиболее полно определяет существующие риски (опасности) природных процессов и рассматривалась в качестве базовой при проведении настоящего исследования по оценки природных рисков проявления ЭГП.

1.4. Анализ и менеджмент риска

Анализ риска представляет собой структурированный процесс, целью которого является определение, как вероятности, так и размеров неблагоприятных последствий исследуемого действия, объекта или системы. Задачей управления рисками является контроль, предотвращение гибели людей, снижение заболеваемости, снижение ущерба, урона имуществу и других производственных потерь, а также воздействия на окружающую среду, согласно ГОСТ Р 51898–2002.

Одним из основных постулатов при анализе риска является менеджмент риска. Менеджмент риска – изучение, а затем контроль и управление риском.

Опираясь на нормативную базу Российской Федерации, конкретно на ГОСТ Р 51898–2002, можно сделать вывод, что менеджмент риска состоит из «Оценки риска» и определению мероприятий по снижению(контролю) риска, что отображено на рис.3. В свою очередь неотъемлемыми звеньями оценки риска являются:

- идентификация риска;
- анализ риска;
- оценка допустимости риска.

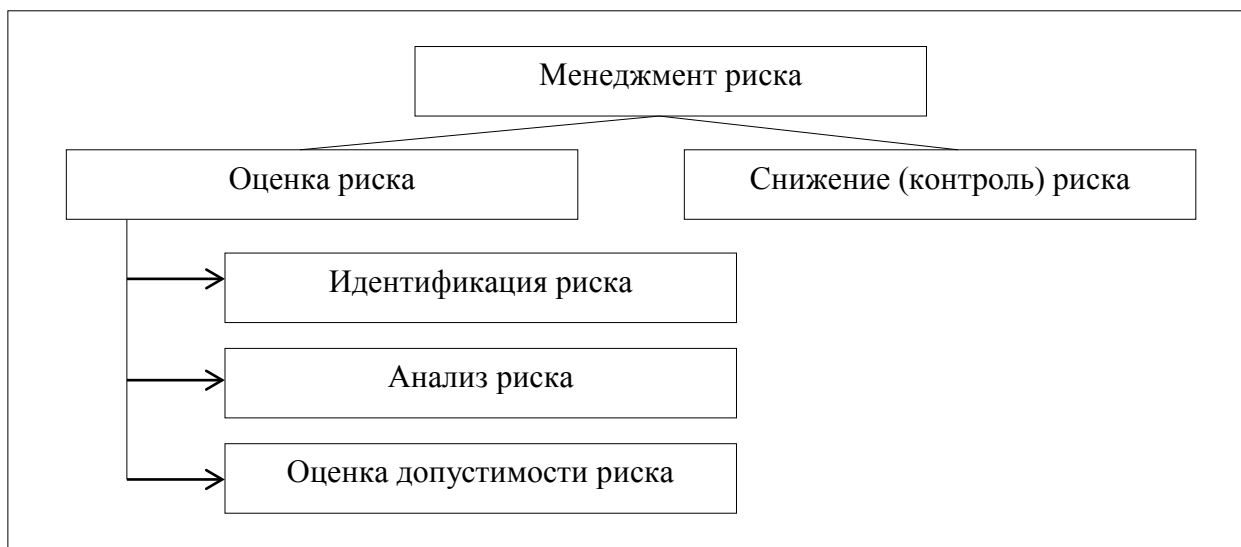


Рис. 3 Система менеджмента риска

При оценке риске в области геоэкологии допустимость риска практически неприемлема, так как при возможности возникновения риска, к примеру, активизации оползневого процесса, необходимо незамедлительно проводить комплекс защитных мероприятий, что влечет за собой дополнительные инвестиции. Избежать интеграции

дополнительных инвестиций возможно только при отсутствии или минимизации существующих рисков.

К идентификации риска относится непосредственно определение факторов риска, точнее, процессов, способных вызвать негативное влияние на состояние окружающей среды, инженерных сооружений или создать угрозу жизни человека. Для оценки риска необходимо определить перечень опасных процессов, вероятность возникновения которых на исследуемой территории не равна нулю. Для этих целей проводятся специальные исследования, в результате которых составляется перечень опасных процессов, распространенных на изучаемой территории. Вторым шагом идентификации риска является определение факторов и условий образования опасных процессов. Исследование, подбор факторов и условий образования определяет степень вероятности проявления и активности исследуемого процесса.

Непосредственно после идентификации риска проводится анализ риска[2], т.е. оценка степени вероятности проявления опасного процесса на данной территории. Определенная совокупность факторов и условий образования процесса позволяет установить возможность его возникновения. Так как степень допустимого уровня риска минимальна, определение возможности его возникновения проводится с максимально допустимой точностью, позволяющей получать информацию об опасных процессах на исследуемой территории.

Оценка величины риска возникновения опасного процесса проводится с учетом вероятности наступления факторов и условий его образования и является суммарной величиной вероятностных показателей возникновения процесса. Однако при геоэкологических исследованиях не достаточно определения вероятности наступления факторов, приводящих к активизации данного процесса. При наличии одного из факторов или условий образования априори возможно возникновение опасного процесса. При одновременном появлении нескольких факторов вероятность может возрастать нелинейно, что усложняет исследования в данной области. В данной работе автор приводит методику расчета риска бинарного типа, которая позволяет ограничить амплитуды вероятности проявления процесса. Подбираются процессы, вероятность проявления которых отлична от нуля, что исключает возможность возникновения дополнительного риска.

Оценка допустимости риска в данной работе не приведена, так как автор считает неприемлемым определение допустимого уровня риска. При наличии одного из факторов или условий образования опасного процесса принимается вероятность его возникновения отличная от нуля. Следовательно, активизация процесса на изучаемой территории возможна, что свидетельствует о необходимости проведения мероприятий по защите или минимизации ущерба от его воздействия.

Исключение оценки допустимости риска и расчета величины риска алгоритм менеджмента риска (рис.4) упрощается, что дает возможность сокращения затрат времени на исследование и средств проекта.

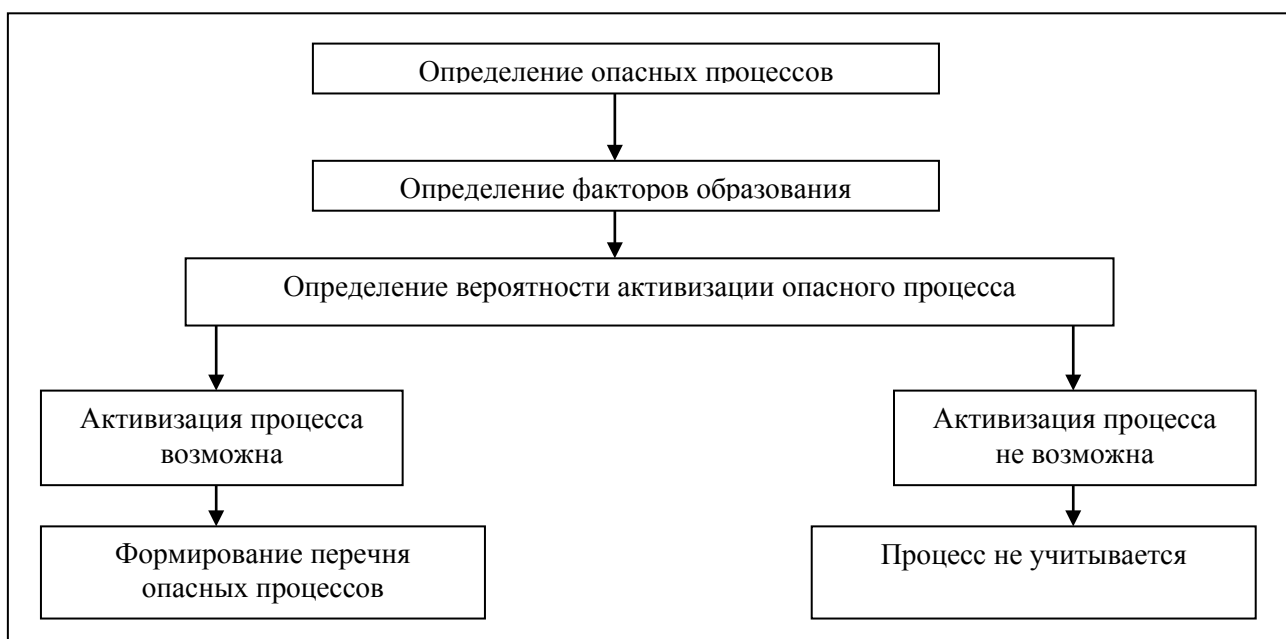


Рис. 4. Схема определения опасных процессов

После определения перечня опасных процессов появляется возможность управлять риском данных процессов. В настоящее время существует два метода управления рисками воздействия опасных процессов на объекты инженерного характера. Основным и наиболее рациональным в большинстве случаев является выбор альтернативного, более безопасного места расположения объекта. В том случае, если не представляется возможным выбрать другую территорию для строительства (объект существует), принимается решение о проектировании и строительстве защитных сооружений и проведении специальных мероприятий по ликвидации или минимизации риска активизации опасного процесса.

1.5. Подходы к оценке интегрального риска опасных экзогенных геологических процессов при проектировании и строительстве сооружений

При разработке методологических основ оценки риска ЭГП автор опирался на основные системные принципы, среди которых основные: принцип толерантности системы, принцип эмерджентности, принцип детерминизма. Каждый из приведенных выше принципов использован и соблюдается при оценке риска ЭГП, что определяет системный подход к изучению данного вопроса.

Принцип толерантности заключается в достаточно широких возможностях применения разработанных методологических основ и достаточно низкой «чувствительности» алгоритма оценки риска ЭГП при изменении условий системы, применительно к которой будет проводиться исследование. Подтверждением этому служит независимость системы от составляющих ее элементов, иными словами вне зависимости от количества и типов возможных ЭГП, для данной территории общий алгоритм оценки риска ЭГП меняться не будет.

Постулат целостности или принцип эмерджентности гласит о целостности системы и взаимосвязи подсистем. Свойства систем складываются из свойств подсистем, тем самым, данный принцип определяет механизм взаимосвязи системы оценки риска с её подсистемами: метеоявления, геологическое строение, техногенное воздействие, пораженность территории и, как следствие, экономические показатели данной территории. Каждая из приведенных выше подсистем, тем или иным образом, влияет на образование свойств, а стало быть, и самой системы оценки риска ЭГП.

Изменение одного из свойств, приведенных подсистем, ведет к изменению системы оценки риска ЭГП. Разработанные методологические основы оценки риска в данном исследовании приводятся на примере территории Сочинского полигона, характеристики системы рассчитаны, опираясь на усредненные многолетние мониторинговые данные по территории исследования. При проведении оценки на территории вне границ Сочинского полигона общий алгоритм исследования не будет подвергнут изменению, однако количественные и качественные характеристики будут отличаться в зависимости от особенностей территории исследования. Различия двух систем оценки риска разных

территорий могут заключаться в разнообразии климатических факторов, геологического строения, тектонической обстановки и техногенной нагрузки, вследствие чего, происходит дифференциация оценки риска ЭГП для разных территорий. Различия оценки риска ЭГП соответствует принципу детерминизма, который гласит о том, что свойства системы подвергаются изменениям под воздействием изменения свойств подсистем. Иными словами при смене климатических особенностей данного региона (появления аномальных значений) проведенная ранее оценка риска с учетом усредненных мониторинговых параметров, не будет являться адекватной и может отличаться от положения в действительности.

Интегральная оценка риска опасных экзогенных геологических процессов – совокупность многофакторной оценки риска каждого в отдельности вида экзогенных процессов на исследуемой территории с учетом площадного распространения опасных процессов и ориентировочной (сравнительной) стоимости мероприятий по защите или минимизации риска активизации данного процесса.

Интегральную оценку риска ЭГП рекомендуется проводить на стадии выбора оптимальной площади расположения инженерного объекта. Данная оценка способствует оптимизации процесса выбора территории и помогает сократить затраты на комплекс защитных мероприятий от воздействия ЭГП.

Введенное понятие интегрального риска включает в себя множество факторов определяющих риск негативного воздействия, в частности на инженерные сооружения. Интегральность (многофакторность) определена совокупностью показателей риска ЭГП, присущих данной территории и усредненной экономической оценкой защитных сооружений для каждого типа ЭГП. Для однородности показателей экономическая оценка стоимости защитных мероприятий, в процессе исследования, для каждого типа ЭГП переводится в бальную систему.

При разработке методики оценки интегрального риска были введены два концептуальных подхода – качественный и количественный. Различия данных подходов заключаются в методике идентификации рисков ЭГП. Для качественной методики используется бинарная система определения риска подверженности данной территории выбранному процессу. При определении риска качественным методом территория, подверженная проявлению того или иного ЭГП, имеет исключительно площадной параметр, т.е. определена зона влияния данного процесса в пространстве. Количественная

оценка определяет помимо площадного параметра процентный показатель вероятности активизации ЭГП на исследуемой территории. Показатель вероятности при количественной оценке может быть как процентным, так и иметь бальную оценку, определенную экспертным методом в зависимости от количества произошедших ранее проявлений данного процесса на изучаемой территории.

Согласно классификации экологических рисков Ренна О. [100] качественный подход оценки интегрального риска ЭГП относится к типу «Циклоп», где только одна из характеристик может быть рассчитана с большой степенью достоверности, в данном случае расчету поддается площадная характеристика распространения опасности и экономическая составляющая, когда вероятностный параметр риска остается качественным для каждого участка исследуемой территории.

Количественный подход, в отличие от качественного подхода, имеет более точное определение стоимостных затрат при строительстве на конкретной территории. Основным недостатком данного подхода является требование методики достаточно высокой степени изученности данной территории на предмет факторов образования и активизации ЭГП в границах данной территории. Также данный подход требует информацию мониторинговых наблюдений в области частоты проявления каждого из видов ЭГП на данной территории. Данный подход более целесообразно использовать при оценке интегрального риска ЭГП локального (объектного) уровня.

Зачастую на стадии выбора площади для строительства инженерных сооружений обеспеченность информацией по данной территории не достаточна для проведения интегральной оценки ЭГП количественным методом, поэтому более универсальным подходом к решению данной задачи является качественный подход, обеспечивающий более быстрое и оптимизированное исследование данной территории.

1.6. Региональные особенности рисков ЭГП

Основоположниками в районировании и поиске закономерностей регионального распространения экзогенных геологических процессов на территории, бывшего СССР являются Шеко А.И.[89-94], Кюнтцель В.В., Постоев Г.П., Гулакян К.А.[15-18], Комарицкий Н.И., Золотарев Г.С. и др. В работе использован опыт данных исследователей, приняты постулаты закономерностей распространения ЭГП для территории Сочинского полигона.

Существует два основополагающих фактора, определяющих региональные особенности распространения ЭГП, среди них геологическое строение территории и климатические особенности района исследования. Также, безусловно, в формировании ЭГП немаловажную роль играет рельеф, сложившийся на данной территории.

Территория Российской Федерации неоднородна, как в геологическом строении, так и в отношении климатических особенностей. Опираясь на опыт исследователей данной области, можно заключить, что на территории Российской Федерации можно осуществлять общее районирование территории с выделением районов распространения определенных типов ЭГП. Так для горных районов с высоким уровнем осадков, в том числе территории Сочинского полигона, согласно районированию Шеко А.И. характерны такие типы экзогенных геологических процессов, как сели, оползни, оврагообразование и возможен сход лавин (при их наличии), преобладают в основном гравитационные процессы. Также на территории Сочинского полигона наблюдается обилие карбонатных пород, подверженных воздействию карстовых процессов.

Степные районы территории Российской Федерации в основном подвержены процессам оврагообразования, также в районах с развитой речной сетью преобладают эрозионные процессы.

Обвальные процессы характерны для горных территорий. Обвальные процессы также характерны для территории Сочинского полигона и представляют большую опасность как для инженерных сооружений, так и для человеческой жизни.

Опираясь на опыт предыдущих исследований на территории бывшего СССР в области инженерной геологии и гидрогеологии, была составлена сводная таблица региональных закономерностей распространения ЭГП на территории бывшего СССР по инженерно-геологическим районам (табл. 5) по материалам инженерно геологического

районирования и закономерности формирования инженерно-геологических условий территории СССР, Комарова И.С., Роговской Н.В., т др.

Данное районирование основано на выделении инженерно-геологических районов трех порядков для территорий бывшего СССР. Структуры первого порядка (регионы) сформированы опираясь на принципы тектонического строения с учетом зонально-климатических, гидрогеологических и геоморфологических условий (рис. 6).

Таблица 5. Региональные закономерности распространения ЭГП на территории бывшего СССР

Индекс	Регион	Породы*	Опасные геологические процессы
А	Русская платформа	Рыхлые (многолетнемерзлые)	Заболочивание, пучение, солифлюкция, термокарст
		Рыхлые (ледниковые)	Эрозия, заболочивание, оползни
		Скальные, полускальные (карбонатные)	Карст
		Рыхлые (лессовые и песчанно-глинистые)	Просадки, засоление, оползни, выветривание
Б	Сибирская платформа	Рыхлые (многолетнемерзлые)	Заболоченность, термокарст, солифлюкция, пучения, оседание
В	Большеземельные регионы	Рыхлые (многолетнемерзлые)	Заболоченность, термокарст, солифлюкция, пучения
Г	Скифско-Туранские регионы	Рыхлые (лессовые)	Просадки
		Полускальные (карбонатно-терригенные, гипсовые)	Карст
		Рыхлые	Оползни, эрозия, сели
Д	Обские регионы	Рыхлые (многолетнемерзлые)	Солифлюкция, пучения, термокарст
		Рыхлые (лессовые)	Просадки
Е	Буреинские регионы	Рыхлые (многолетнемерзлые)	Наледи, пучения, солифлюкция, термокарст
		Трещиновато-скальные	Обвалы, осыпи, оползни, сели
Ж	Колымо-Омолонские	Рыхлые (многолетнемерзлые)	Солифлюкция,

	регионы		пучения, заболоченность, термокарст, осыпи
З	Уральские регионы	Рыхлые (многолетнемерзлые)	Пучения, солифлюкция, заболоченность, эрозия
		Полускальные (карбонатные, трещиноватые)	Эрозия, обвалы, осыпь, карст, сели
И	Таймырские регионы	Рыхлые (многолетнемерзлые)	Солифлюкция, термокарст, пучения
К	Казахстанские районы	Рыхлые песчанно-глинистые	Эрозия, сели, засоление
		Полускальные (карбонатные, трещиноватые)	Карст
Л	Зайсанские регионы	Полускальные (терригенно-карбонатные)	Карст
		Рыхлые (лессовые)	Просадки
М	Тянь-Шаньские регионы	Рыхлые (лессовые)	Просадки
		Рыхлые, полускальные (многолетнемерзлые)	Пучения, термокарст, солифлюкция
		Рыхлые(аллювиальные, озерно-аллювиальные)	Сели, оползни, обвалы
Н	Алтае-Саянские регионы	Рыхлые (лессовые)	Просадки, оползни
О	Байкальские регионы	Полускальные (карбонатные и галогеновые)	Осыпи, обвалы, оползни, оседание, карст
		Рыхлые (лессовые)	Сели, просадки
		Рыхлые (многолетнемерзлые)	Солифлюкция, морозное выветривание, куруны, наледи
П	Монгольские районы	Рыхлые (многолетнемерзлые)	Солифлюкция, пучения
		Скальные (магматические), полускальные (терригенные)	Осыпи, обвалы
Р	Сихотэ-Алинские районы	Рыхлые, полускальные	Оползни, заболоченность, осыпи, обвалы, абразия
С	Верхояно-Чукотские регионы	Полускальные (многолетнемерзлые), скальные	Осыпи, обвалы, наледи, пучения, абразия, заболоченность
Т	Альпийские регионы	Полускальные	Обвалы, осыпи, эрозия, выветривание, сели,

			оползни, абразия
у	Тихоокеанские регионы	Рыхлые (многолетнемерзлые), полускальные	Наледи, термокарст, солифлюкция, снежные лавины, обвалы, осыпи, абразия

* классификация пород В.А. Приклонского, И.В. Попова, Е.М. Сергеева, П.И. Панюкова, Л.Д. Белого



Структуры второго порядка (области) более дробные, выделяются внутри структур первого порядка, и разделяются по геоморфологическим признакам. Структуры третьего порядка (районы) входят в состав областей и соответствуют распространению геолого-генетических комплексов горных пород.

Таким образом, можно сделать вывод о наличии некоторых закономерностей распространения ЭГП на территории Российской Федерации, однако приведенное районирование является усредненным и подходит для ознакомления в масштабе Российской Федерации. Для исследований на территориях меньших по площади необходимо уточнение распространения ЭГП с учетом условий их образования на территории исследования.

ГЛАВА 2. МЕТОДИКА РАССЧЕТА ИНТЕГРАЛЬНОГО РИСКА ЭГП ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ИНЖЕНЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ

2.1. Основные принципы и этапы проведения оценки интегрального риска

Основным преимуществом предлагаемой методики является использование системного подхода к решению поставленной задачи. Методика представляется в виде алгоритма действий, который можно применить для исследования любых территорий, что определяет универсальность выполненной разработки. Этот алгоритм в общем виде описывается блок-схемой, представленной на рисунке 6, и требует одновременного выполнения всех операций сверху вниз по обеим ветвям.



Рис. 6. Блок-схема методики определения интегрированного риска экзогенных геологических процессов

Для начала исследований по данной методике на выбранной территории необходимо иметь набор первичных информационных материалов.

Достаточно важным этапом исследования является предварительный анализ территории на предмет наличия или отсутствия ЭГП. На данном этапе необходимо проанализировать совокупность факторов и условий, определяющих вероятность

возникновения и степень активности каждого процесса. Анализ факторов образования проводится, как правило, по результатам мониторинговых наблюдений на наличие случаев активизации процессов на данной территории, фондовых материалов прошлых исследований и метеорологических наблюдений в районе проведения исследований. Далее проводится анализ и отбор факторов образования ЭГП на данной территории. Ряд факторов образования анализируется на предмет возможности активизации или наличия опасного процесса и результатом является перечень ЭГП характерных для данной территории.

При этом отбираются ЭГП (X_a, X_b, \dots, X_n), распространенные на изучаемой территории и (или) проявление которых по совокупности факторов и условий возможно на данной территории.

Следующим этапом исследования является построение карт вероятности проявления типов ЭГП [47] из ряда отобранных ранее. На данном этапе производится оценка площади существующего и возможного распространения и степени активности данного процесса, а также зоны воздействия данного процесса при его активизации. Таким образом, на основе проведенного анализа каждый тип экзогенных процессов, характерных для данной территории, получает конкретный площадной параметр и параметры пространственного положения. Исходя из этого, появляется возможность нанести рассчитанные области на картографическую геоинформационную основу, получая карты распространения (зоны воздействия) экзогенных геологических процессов по типам ($P(X_a), P(X_b), \dots, P(X_n)$). Для каждого изучаемого процесса строится отдельная карта его вероятностного распространения и воздействия. Полученные карты проявлений ЭГП будут иметь бинарный тип, т.е. территория будет разделена на два класса зон, в которых проявление процесса возможно и невозможно.

Примеры схематических карт вероятности возникновения ЭГП приведены на рисунке 7.

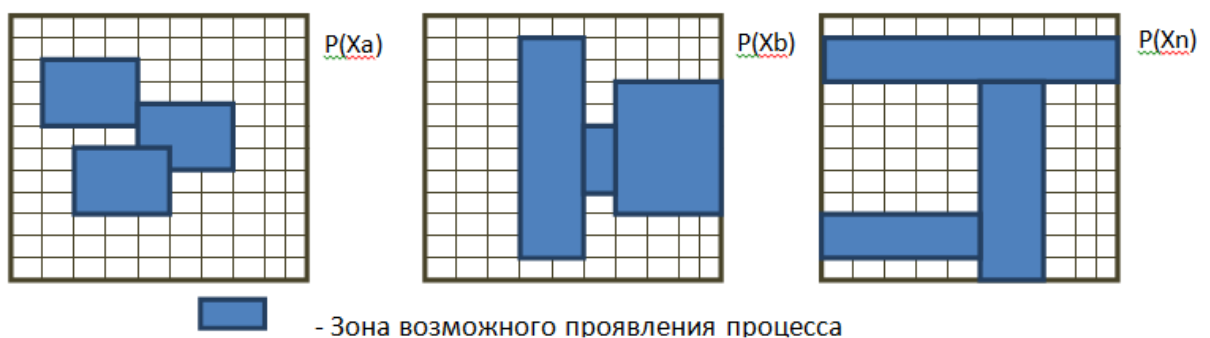


Рис. 7. Схематические карты вероятности проявлений ЭГП

На следующем этапе необходимо рассчитать стоимость защитных инженерных мероприятий по предотвращению последствий проявлений экзогенных геологических процессов для каждого из типов в отдельности. Расчет ведется с учетом базовой стоимости инженерных мероприятий для данной территории, исходя из регионально-геологических, зонально-климатических и техногенных условий, а также с учетом отягчающих факторов, таких как доступность территории для строительства, сложность рельефа и т.д. Дополнительно стоимость защитных мероприятий может быть подтверждена информацией о государственных закупках подобных услуг. Данный источник в соответствии с ФЗ № 94 от 21 июля 2005 года [110] является открытым и общедоступным, исходя из этого, является опорным для определения рыночной стоимости защитных мероприятий от проявления некоторых ЭГП на территории Российской Федерации.

Исходя из рассчитанной стоимости защитных инженерных мероприятий для каждого типа ЭГП и их общей стоимости, производим балльную оценку стоимости этих мер.

Схема (пример) проведения такой оценки показана на рисунке 8.

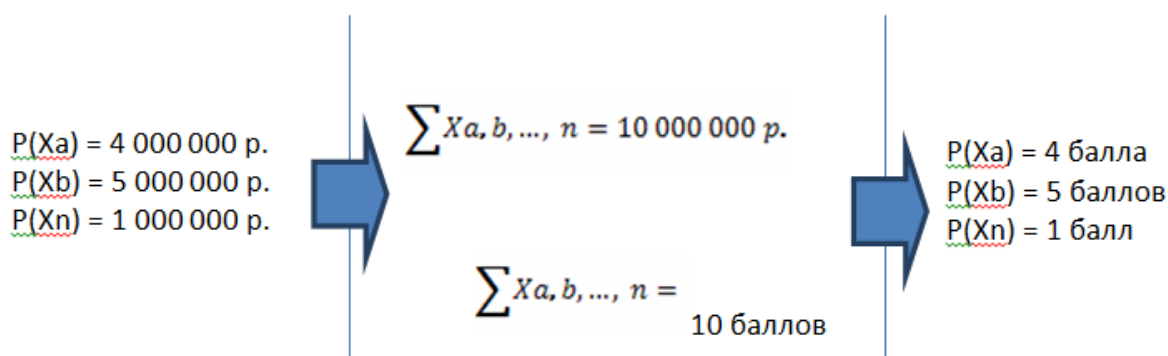


Рис. 8. Схема проведения балльной оценки стоимости защитных мероприятий для каждого типа ЭГП

Следующим этапом является непосредственно построение карт риска экзогенных геологических процессов, характерных для территории исследования. С использованием ГИС-технологий площадному параметру распространения влияния опасного процесса, полученному ранее, присваивается балльная оценка стоимости защитных сооружений для каждого типа ЭГП в отдельности. В результате получаем набор карт рисков проявлений ЭГП для каждого их типа в отдельности (рис. 9).

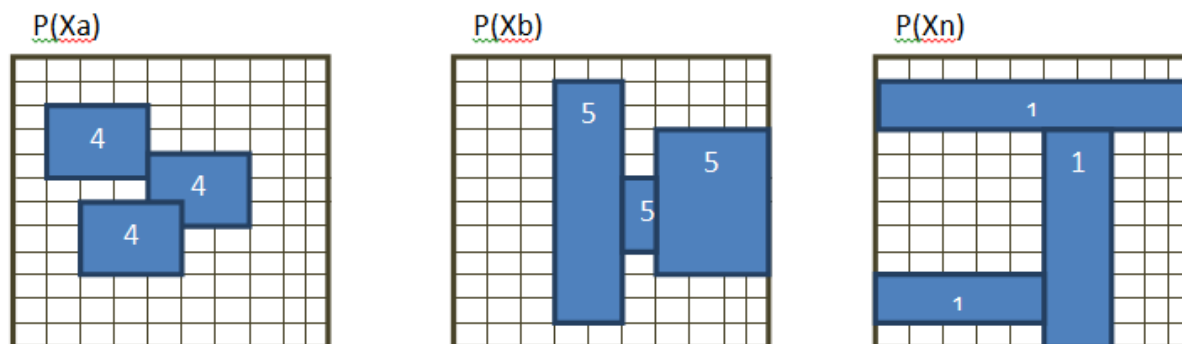


Рис. 9. Схематические карты рисков ЭГП. Цифрами показана условная балльная оценка стоимости защитных мероприятий

На следующем этапе исследования необходимо проведение пространственного совмещения полученных ранее карт. Целью суммирования данных является определение интегрированного риска экзогенных геологических процессов, характерного для исследуемой территории. Суммирование указанных карт рисков можно производить, используя инструменты ГИС-технологий, реализованных в таких программных комплексах, как ArcGis 10.X и ArcView 3.X.

Используя автоматизированные алгоритмы суммации и пространственного объединения происходит суммирование не только площадного параметра, но и балльная оценка стоимости для каждого из типов ЭГП.

На рисунке 10 показаны итоговые схематические карты интегрального риска экзогенных процессов. $P1(X_{int})$ представляет собой визуальное суммирование карт рисков экзогенных процессов, на котором показано наложение различных типов рисков экзогенных процессов. $P2(X_{int})$ показывает результат суммирования балльной оценки стоимости защитных мероприятий от проявлений экзогенных процессов на исследуемой территории. $P3(X_{int})$ является результирующей схематической картой с ранжированием территории по степени риска ЭГП. На данной схеме представлено ранжирование по степени риска на три класса. Первый класс – менее 3 баллов, что представляет собой низкую степень риска; второй – от 3 до 7 баллов (средняя степень риска); третий – более 7 баллов (высокая степень риска).

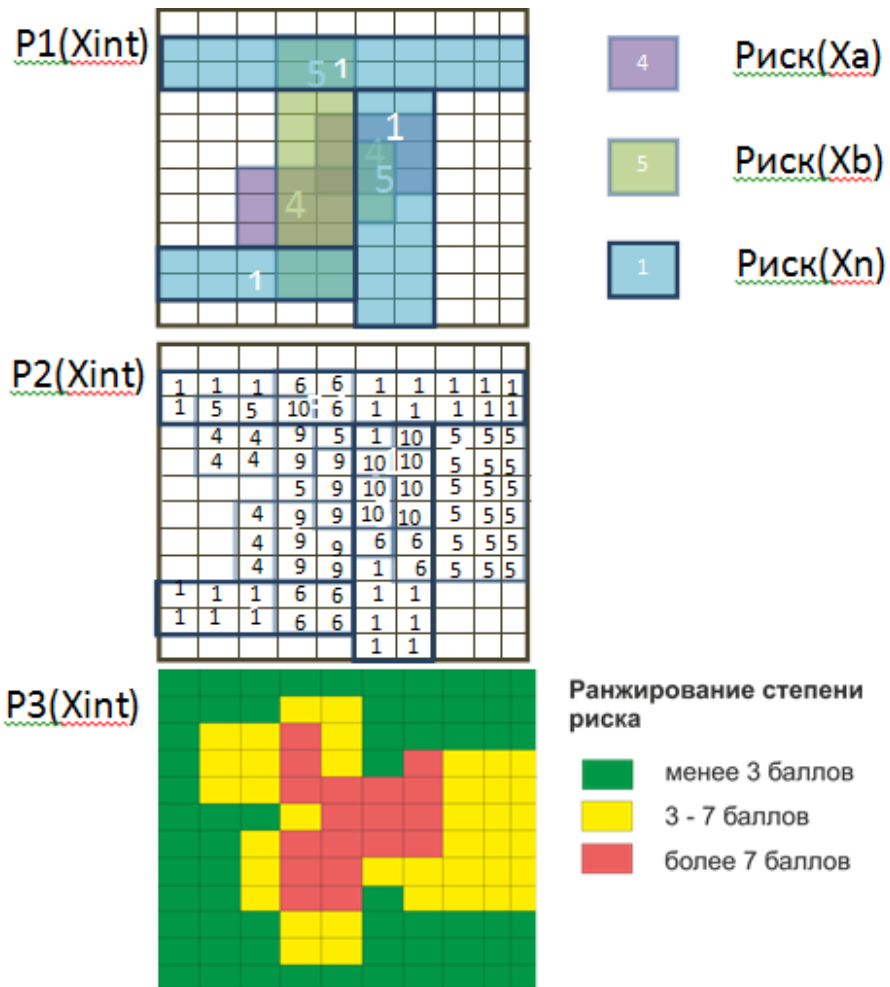


Рис. 10. Интегрированные схематические карты риска ЭГП

2.2. Экономические аспекты методики определения интегрального риска ЭГП

В настоящее время достаточно сложно определить реальную стоимость комплекса работ по проведению мероприятий по защите сооружений от воздействия ЭГП. Комплексность работ включает в себя множество стадий, начиная от проектирования защитных мероприятий и заканчивая возведением защитных сооружений или проведением защитных мероприятий.

Стоимость проектирования работ по снижению опасности природного процесса может быть рассчитана для локальной области его проявления в соответствии с действующими на территории Российской Федерации нормативными документами, такими как справочники базовых цен на проектные работы в области строительства, рекомендованные Росстроем. Однако данные документы определяют усредненные затраты на проектирование мероприятий исключительно для начала проведения обязательных тендерных торгов. В ходе тендерных аукционов определяется конечная стоимость договора на поставку услуг по проектированию.

Проведение тендерных торгов для предоставления товаров (услуг) на территории Российской Федерации регламентируется Федеральными Законами:

- №223-ФЗ от 10 июня 2011 г. (Закон о закупках товаров и услуг юридическими лицами)[108];
- №147-ФЗ от 17 августа 1995 г. (Закон о естественных монополиях)[109];
- №94-ФЗ от 21 июля 2005 г. (О размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд)[110].

В соответствии с вышеуказанными нормативными документами могут быть составлены локальные нормативные акты, регулирующие деятельность определенного юридического лица в отношении закупки товаров (услуг). Зачастую таким документом является положение о закупках юридического лица. Данное положение может уточнять процедуру проведения закупки и не вступает в конфликт с основными нормативными документами.

Таким образом, ценообразование проектирования защитных мероприятий по снижению опасности ЭГП регулируется проведением открытых тендерных аукционов, что и является определяющим фактором рыночной стоимости проектной деятельности.

При осуществлении защитных мероприятий помимо проектирования необходимо выполнение стадии строительства защитных сооружений.

При рассмотрении стадии возведения защитных сооружений ценообразование регламентируется аналогично стадии проектирования методом проведения открытых тендерных аукционов, где определяется конечная стоимость договора по предоставлению услуг.

Для данного исследования рационально принимать стоимость защитных мероприятий, исходя из материалов проведенных ранее торгов, так как эти материалы являются общедоступными и зачастую отражают стоимость комплекса защитных мероприятий. В случае, когда исследование производится для территории, в районе которой не проводилось подобных аукционов, необходимо воспользоваться информацией о торгах, проведенных для территорий схожих по строению инфраструктуры прилегающей территории, а также других ценообразующих факторов.

ГЛАВА 3. РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО РИСКА ЭГП НА ПРИМЕРЕ СОЧИНСКОГО ПОЛИГОНА

3.1 Краткая характеристика района работ

Сочинский полигон расположен на южном склоне Северо-Западного Кавказа, от реки Шахе до границы с Республикой Абхазия, охватывая его прибрежную полосу до 50 км (рис.11).

3.1.1. Рельеф

Особенности горного ландшафта описываемой территории во многом определяются литологическим составом и тектонической структурой мезокайнозойских осадочных толщ. Так, в области распространения палеоцен-эоценовых и миоценовых образований, в составе которых преобладают аргиллиты и глины, развиты округлые, мягкие формы рельефа с расширенными долинами рек и балок и относительно сниженными водораздельными грядами. Напротив, резко расчлененный рельеф с узкими гребнями хребтов, острыми вершинами и каньонообразными долинами характерен для поля развития карбонатной толщи верхнего мела, юры, а также песчаниковых пачек нижнего мела и палеоцена.

В качестве основных орографических элементов описываемого района выделяются горные хребты и гряды, разделенные продольными депрессиями и прорезающие их субмеридиональными речными долинами.



Горные хребты имеют преимущественно «общекавказское» простирание, повторяющее основную ориентацию складчатых структур района.

В пределах исследованной территории выделяются четыре типа рельефа: среднегорный, низкогорный, пологохолмистый и рельеф приморских равнин (Причерноморская низменность).

Среднегорный рельеф прослеживается небольшими участками вдоль северной материковой границы описываемого района в его северо-западной части, на междуречье Аше-Шахе, а также на юго-восток от долины р. Сочи до р. Псоу и в среднем течении р. Мзымты. Представлен он отрогами хребта Кировский с вершинами Боз-Тепе - 930.3 м, Тамюр-Дере - 795 м, хребта Алек с вершинами г. Верблюдка (абс.выс.752.5 м), г. Ефрем (абс.выс.864.2 м), г. Семеновский шпиль, хребта Ахцу с вершинами Дзыхра - 1277.1 м, Кепша - 1069.7 м, а также хребта Аибга с высотами 2300-2509 м, значительная часть которого уходит в область высокогорья и только отдельные его отроги в виде безымянных высот входят в пределы границ исследованного района.

Рельеф среднегорья выработан на меловом и юрском субстрате, собранном в сложно построенное складчатое сооружение Лазаревской и отчасти Чвежипсинской структурно-фациальных зон.

Горные хребты здесь тянутся с юго-востока на северо-запад, постепенно снижаясь в этом направлении от абсолютных высот 2300 м до 600 м. От них на юго-запад отходят ряд более низких хребтов второго порядка разделенных речными долинами. Склоны хребтов (рис. 12), и их отрогов крутые (свыше 30°) с многочисленными скальными обрывами. Венчаются они гребневидными, реже выположенными водоразделами.



Рис. 12. Склоны горных хребтов Сочинского полигона

Долины рек среднегорья (Туапсе, Псезуапсе, Мзымта, Хоста, Аше, Шахе и др.) имеют трапециевидное сечение с узким (до 50 м) плоским днищем и крутые обрывистые склоны, резко переходящие к водораздельным площадкам. Здесь часты каньонообразные участки долин с водопадами высотой в первые десятки метров.

Переходы склонов к речным террасам часто смягчаются мощными делювиально-пролювиальными шлейфами, а в долинах таких же рек, как Мзымта, Псоу и Аше – обвальными осыпными накоплениями, мощность которых достигает ста метров. Глубина эрозионного расчленения за неоген-четвертичное время превышает здесь 400-800 м.

Долины балок, входящих в бассейн указанных выше рек, в большинстве своем имеют каньонообразные либо V-образное сечение и ступенчатый продольный профиль.

Низкогорный рельеф занимает значительную часть описываемого района вдоль побережья.

Ландшафт низкогорья представлен цепью простирающихся в "общекавказском" направлении горных хребтов и гряд, максимальная высота которых достигает 300-500 м, а глубина эрозионного расчленения – 200-400 м.

Речные долины на площади развития эоценовых образований имеют широкие днища (до 1 км), выположенные склоны, на которых прослеживаются до семи четвертичных террас. Превышение последних над урезом рек достигает 100-110 м. Выше

по склону встречаются эрозионные останцы более древних внутри долинных плиоценовых уровней.

В области развития карбонатных пород рельеф низкогорья имеет более контрастные очертания. Речные долины здесь имеют трапециевидное поперечное сечение, более крутые, местами обрывистые склоны, а овражно-балочная сеть – V-образное сечение.

Следует отметить, что для данной области характерно развитие сейсмогенных (сейсмообвальных и сейсмооползневых) форм рельефа. Приурочены эти образования рельефа преимущественно к крутым участкам склонов и прослеживаются в виде циркообразных стенок отрыва, холмисто-увалистых псевдотеррас, сложенных раздробленными коренными породами.

На площади развития палеоцен-эоценовых отложений низкогорья широко развиты оползневые и обвально-осыпные образования. Первые прослеживаются преимущественно на склонах долин рек в осадках свит Горячего Ключа, мамынской и навагинской. Размеры оползневых форм в плане самые разнообразные: от первых десятков метров до одного километра. Для них также характерны циркообразные стенки отрыва и холмисто-увалистые псевдотеррасы.

Почти вдоль всего побережья тянутся стенки крутых (до 70°) абразионных уступов (клифов). Местами клиф разрывается устьями рек с открытыми бухтами и узкими щелями временных водотоков, имеющими, нередко, висячие устья на высоте 13-20 метров над морем. Вдоль абразионного обрыва у волноприбойной линии моря тянется узкая прерывистая полоса пляжей и лишь в устьях рек и крутых балок ширина гравийно-галечного пляжа достигает 30-70м.

Район низких приморских равнин представлен Адлерской (Нижне-Имеретинской) низменностью. Это аккумулятивная равнина, тянущаяся узкой полосой от устья р.Кудепста до северо-западной оконечности Гагринского хребта, у сел. Гантиади. С трех сторон (юго-восточной, северо-восточной и северо-западной) низменность окаймляется полого-холмистыми предгорьями, а с юго-запада омывается Черным морем. Общая протяженность низменности с северо-запада на юго-восток, вдоль моря около 23 км, а ширина ее колеблется от 0.2-0.5 до 5-6 км.

Генетически низменность представляет собой поверхность новочерноморской аккумулятивной террасы, сочленяющейся в устье рек одновозрастной речной террасой.

Поверхность равнины приподнята над морем в среднем на 2-4м, участками же всего на 1.5-2м, значительные площади низменности заболочены.

В северной и северо-восточной частях низменности сохранились отдельные участки карангатской террасы, приподнятые на 25-27 м над уровнем моря.

3.1.2. Гидрографическая сеть и особенности гидрологии рек

Гидрографическая сеть изученного района относится к бассейну Черного моря и представлена многочисленными реками и балками (щелями), располагающимися довольно равномерно по территории побережья.

Все реки и щели описываемого района имеют субмеридиональное простирание, а наиболее крупные из них в своем среднем течении меняют ориентировку на субширотную, образуя коленообразные изгибы, отражающие субширотную ориентацию основных геологических структур и зон тектонических нарушений субмеридионального направления.

Большинство рек и щелей описываемого района имеют, в основном прямолинейные русла, преимущественно с одним, реже с двумя-тремя каналами стока.

Русла рек и щелей неглубокие (до 1.0-1.5 м) и лишь на сравнительно редких плесах глубина русел достигает 2-3 м. Максимальная ширина их достигает 30-40 м в устьевых частях. Обычно же русла рек неширокие – 8-25м, хотя в паводки они периодически расширяются. В связи с малой глубиной русел, они часто в паводки заносятся галечно-глыбовым материалом и смещаются по долине. На многих участках долин вблизи русел отмечаются прирусловые валы, высотой до 2-х метров.

Для некоторых средних, мелких рек и притоков крупных долин характерны порожистые участки русел с водопадами различной высоты, обычно приуроченные к зонам пересечения скальных толщ пород (юрские и меловые карбонатные горизонты, пачки песчаников мела и палеогена).

Абсолютные отметки урезов воды в реках колеблются от 0 (в устье) до +70-400м. Средние уклоны потоков рек составляют 0.01–0.05, возрастая с северо-запада на юго-восток.

Средняя густота речной сети для всей площади составляет 0.8-0.9 км/км² и заметно возрастает в юго-восточной части описываемой территории, что непосредственно связано с увеличением в этом направлении количества атмосферных осадков.

Все реки изученного района имеют смешанный характер питания с преобладанием дождевого, либо грунтового, а в таких реках как Шахе, Мзымта и Псоу преобладает снеговое питание.

Величина подземного питания рек зависит от геологического строения площадей водосбора и их удаленности от берега моря. Средний многолетний модуль подземного стока изменяется в пределах от 0.6 до 14.4 л/сек.км² также увеличиваясь к юго-востоку.

Водный сток рек крайне неравномерен. По классификации Зайкова Б.Д. режим рек Черноморского побережья является паводочным и отличается резкими, обычно кратковременными паводками в любое время года, но более частыми в осенне-весенний период.

Несмотря на четко выраженный паводковый режим рек, распределение стока в течение года крайне неравномерное.

В маловодные годы, при длительном отсутствии осадков, даже в крупных реках северо-западной части района отмечаются периоды полного прекращения поверхностного стока. В большинстве же мелких рек и во всех щелях прекращение поверхностного стока на один-три месяца отмечается почти ежегодно.

Скорости течения воды в руслах рек в межпаводковые периоды не превышают 1-2 м/с, а в паводки резко возрастают до 4-5 и более метров в секунду.

3.1.3. Климат

Климат района формируется под воздействием сложного комплекса физико-географических факторов, из которых наиболее важным является радиационный режим и циркуляция атмосферы. Радиационный режим характеризуется обилием солнечного света. Так годовая суммарная радиация для района равна 117 ккал/см^2 . Максимальная напряженность радиации - $16.0-17.8 \text{ ккал/см}^2$ и отмечается в июне-августе, а максимальная - $3.0-4.8 \text{ ккал/см}^2$ - феврале. [117]

Особое влияние на климат оказывает система хребтов Большого Кавказа, которая почти не пропускает холодные массы воздуха.

Значительное воздействие на климат оказывает Черное море, являющееся неиссякаемым источником тепла в холодный и влаги – в теплый периоды года, а сильная расчлененность рельефа и большое разнообразие ландшафтов определяют дифференцирование местных климатических условий. [117]

Так климат прибрежной части Б. Сочи характеризуется большой мягкостью, безморозный период на побережье длится 8-10 месяцев, а наибольшая его продолжительность может достигать 360 дней. [117]

Тепловой режим Б. Сочи характеризуется высокими показателями. Средняя годовая температура на побережье – $13-14^\circ\text{C}$. Годовая амплитуда среднемесячных температур воздуха повсеместно не превышает $17-18^\circ\text{C}$, средняя температура воздуха самых холодных месяцев (январь и февраль) – $+6^\circ\text{C}$; теплых месяцев (июля и августа) – $+23^\circ\text{C}$. Морозы в отдельные годы, однако, могут достигать $-14-16^\circ\text{C}$. [117]

Осадков в исследуемом районе выпадает много: среднегодовые суммы осадков на побережье колеблются от 1300 до 1600мм (в среднем 1534мм). [117]

Годовой ход осадков типично морской: максимум их зимой (декабрь), а минимум приходится на май месяц. Суточный максимум осадков в г. Б. Сочи равен 182мм. Осадки более 100мм в сутки за последние 70 лет отмечались 13 раз. Ливни наблюдаются в течение всего года, но главным образом, со второй половины сентября. Максимальная интенсивность ливня достигает нередко 6.8 мм/мин (1965г). Около половины всех осадков выпадает в холодный период года, 30-33% годового количества осадков выпадает зимой и 18-24% - летом.

Количество осадков заметно увеличивается от берега моря к Главному Кавказскому хребту, например, по линии Сочи – г. Ачишхе: – от 1964 до 8682мм/год.

Туманы на побережье возникают, главным образом, зимой и весной, максимальное число дней с ними составляет 58.

На режим влажности воздуха в прибрежной зоне оказывают большое влияние Черное море и высокие горные хребты. Циркуляция атмосферы характеризуемого района складывается под воздействием средиземноморских и иранских циклонов, летом же большое влияние оказывают отроги субтропических областей повышенного давления и движение тропического воздуха из Малой Азии.

На ветровой режим территории, помимо общей циркуляции, значительное влияние оказывает также горно-долинная и бризовая циркуляция. В прибрежной зоне преобладают ветры северо-восточного направления. Повторяемость этих ветров в год составляет 27% от всех случаев.

Средняя годовая скорость ветра равна 2.8м/с. Летом наблюдаются слабые ветры: днем с моря, утром и вечером – с суши (до 1-3 м/с). Зимой ветровая деятельность усиливается и наблюдаются сильные ветры со скоростью свыше 15 м/с, преимущественно юго-восточного направления.

3.1.4. Геоэкологическая изученность территории Сочинского полигона

Впервые комплексные систематические экологические исследования на природу в Краснодарском крае выполнены институтом «Кубаньгипроводхоз». Работы проводились в два этапа (1983, 1986). В комплексной схеме охраны природы края рассмотрена общая характеристика и существующее состояние природой среды, в том числе: степень антропогенного воздействия и качества природной среды (I этап), а также прогноз состояния среды на перспективу и характеристика проводимых природоохранных мероприятий на современном уровне (II этап). Вся территория края разделена на три региональные инженерно-экологические зоны: неблагоприятную, ограниченно благоприятную и благоприятную. Первая зона (неблагоприятная) охватывает два района: 1) площадь вдоль реки Кубань от одноимённого водохранилища до побережья Азовского моря; 2) полосу от города Белореченска до ст. Отрадная.

Ограниченно благоприятная зона занимает всю равнинную, степную и предгорную части края, а также долины рек Мзымта, Сочи, Туапсе, Пшеха среднее течение рек Белая и Б. Лаба.

В благоприятную зону была выделена горная часть края.

Подобное районирование осуществлено камеральным путём на основе сбора информации о количестве вносимых в почву удобрений, пестицидов, а также расчёта количества вредных веществ в атмосфере, являющихся выбросами автотранспорта и промышленных предприятий по состоянию на 01.01.83г.

Одной из первых региональных геохимических работ необходимо считать работу по районированию горной части Краснодарского края по условиям ведения геохимических поисков в масштабе 1:500 000. На площади 28 тыс. км² осуществлено геохимическое опробование почв (1400 проб) и основных растений региона. Установлены фоновые содержания 11 основных металлов в почвах и листьях дуба и бука. Выделены региональные геохимические аномалии и зоны повышенных концентраций металлов, которые рассматриваются как индикаторы скрытого оруденения. Обработка результатов анализов проб велась без учёта ПДК металлов в почвах.

В отчёте «Перспективы развития минерально-сырьевой базы Северного Кавказа и прогноз техногенного воздействия на окружающую среду региона на 5, 10, 15, 20 лет» авторами на основе обобщения темпов развития горнодобывающей промышленности с 1965 по 1985 годы определена динамика добычи и прироста запасов полезных ископаемых на 1986-2005 годы. В связи с этим, определена степень техногенного воздействия на геологическую среду (ГС). Установлено, что воздействие

эксплуатационных работ на ГС выражается, главным образом, в ущербе, наносимом естественному ландшафту строительством, инфраструктурой добывающих предприятий и складированием отходов добычных работ. При этом в почвах происходит опесчанивание, глинизация, карбонатизация и накопление химических элементов профильных для конкретного предприятия. Получают развитие экзогенные процессы (оползни, суффозия, заболачивание и др.). На основе методик ПЛОГС МГУ составлены карты антропогенного воздействия горнодобывающих предприятий Северного Кавказа на окружающую среду в масштабе 1:500 000. С применением условной системы баллов по каждому процессу изменений ГС произведены подсчёты поражённых площадей и дана оценка её в баллах.

На эксплуатируемых и разведанных ртутных месторождениях края в ограниченных объёмах проведено геохимическое опробование почв, донных осадков и листы растений. Полученные результаты свидетельствуют о наличии значительного техногенного загрязнения вокруг предприятий, но из-за малых объёмов работ не определены площади загрязнений.

Группой по охране окружающей среды при ПГО «Севкавгеология» составлена карта размещения промышленных и сельскохозяйственных предприятий Северного Кавказа в масштабе 1:500 000. Карта содержит сведения о техногенном воздействии на окружающую среду. Выделены площади, в пределах которых рекомендуется ограниченная хозяйственная деятельность.

Региональные экологические проблемы Западной части Северного Кавказа в пределах листа L-37 масштаба 1:500 000 рассмотрены на двух геоэкологических схемах, составленных на основе обобщения материалов камеральным путём. На этих схемах показаны параметры ГС и дана оценка её современного состояния с учётом 11 факторов. Область Кавказского хребта отнесена к экологически благоприятной территории, в отличие от Предкавказья, где на больших площадях зафиксированы конфликтные и кризисные ситуации.

В 1988г для разработки генеральной программы геомониторинга Северного Кавказа на период до 2000 года коллективом геологов ЦГСЭ «Севкавгеология» составлен комплект геоэкологических карт масштаба 1:500000 с легендами и пояснительными записками к ним:

- функционального районирования по типам хозяйственного освоения;
- природных ландшафтов;
- воздействия промышленного производства на ГС;
- воздействия сельскохозяйственного производства на ГС;
- воздействия эксплуатации действующих водозаборов подземных вод на ГС;

- влияния эксплуатации гидротехнических сооружений и оросительных систем на ГС.

Краевым комитетом охраны окружающей среды и природных ресурсов издан «Доклад о состоянии окружающей природной среды (ОПС) Краснодарского края в 2001 г», в котором рассмотрены качество, охрана и использование почв, полезных ископаемых, водных ресурсов, атмосферного воздуха, а также влияние на ОС хозяйственной деятельности и основные тенденции состояния здоровья человека.

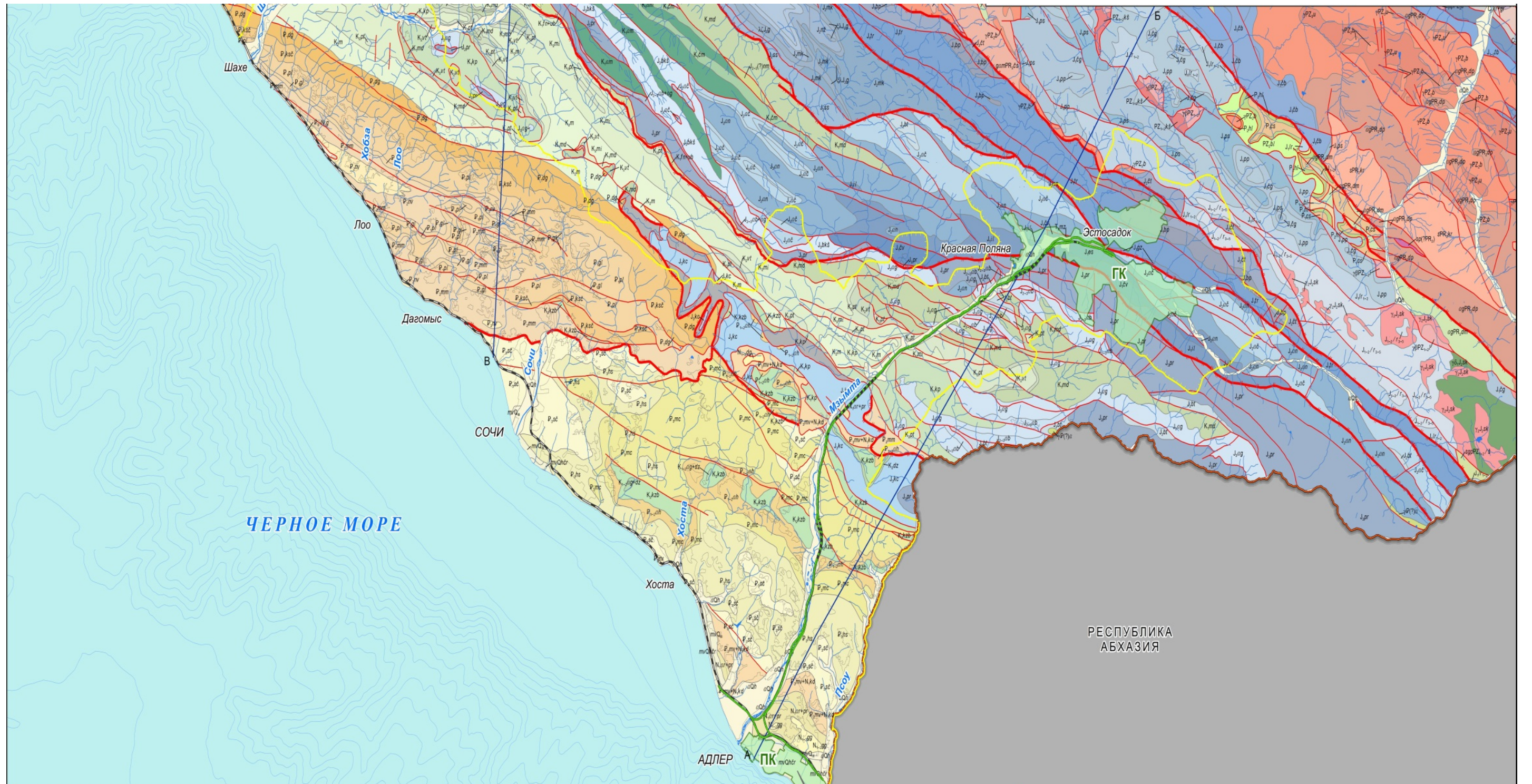
В нём рассмотрены проблемы выбросов в атмосферу стационарных источников загрязнений ОС, таких как предприятия цементной, химической промышленности и др. Были освещены вопросы сброса со сточными водами многих опасных загрязняющих веществ. Подробно была затронута пестицидная проблема в краю. Влияние пестицидов на окружающую среду имеет широкий диапазон: загрязняются вода, воздух, почва и сельхозпродукция. Особую тревогу вызывают процессы деградации почв. Исследования по программе мониторинга земель показывают, что земельные ресурсы края находятся в критическом состоянии, негативные процессы достигли той стадии развития, за которой наступает необратимая деградация почвенного покрова. В подобном состоянии находится и растительный мир края. В настоящее время в крае накоплено более 8 млн. т. токсичных промышленных отходов.

С 1989г в крае проводит многочисленные геоэкологические исследования НПМГЭЦ «Геоэкология Кубани» ГУП «Кубаньгеология»[114, 117, 120,]. Наряду с региональными геоэкологическими работами масштаба 1:500 000, захватившими и территорию Черноморского побережья, проводились и детальные оценочные работы масштаба 1:25 000-50 000 (земли акционерного общества «Абрау-Дюрсо», свалки г. Сочи).

В конце 80-х годов Сочинский геоэкологический центр приступил к изучению геоэкологической обстановки на территории Черноморского и Азовского побережий. В 1992 г. по этой теме был выпущен отчет по оценке экологической ситуации на участке Адлер-Туапсе Черноморского побережья Краснодарского края за период 1989-91 гг. и составлена обзорная карта масштаба 1:1 000 000 современной геоэкологической обстановки побережья. Кроме того, в 1992 г. Геоэкоцентром составлена программа геоэкологических работ на 1993-2000 гг. и на перспективу до 2005 г. на побережье и шельфе Черного и Азовского морей в пределах Краснодарского края.

3.1.5. Геологическое строение района работ

Глубина геологического изучения, в рамках данной работы, ограничена подошвой отложений юрского возраста, т.к. водоносные горизонты Q-J являются источниками централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения города-курорта Сочи. Кроме того, в пределах рассматриваемой территории наибольшее распространение имеют гравитационные ЭП, приуроченные к отложениям dQ_{IV} , N, J. Ниже представлена геологическая карта дочетвертичных отложений (Рис. 13), отражающая геологическую характеристику Сочинского полигона, разрезы по линии А-Б, В-Г (Рис. 14, 15), стратиграфическая колонка и ее описание.



Масштаб: 1: 200 000

Рис. 13. Геологическая карта дочетвертичных отложений территории Сочинского полигона (Составлена ФГУП «Гидроспецгеология»)

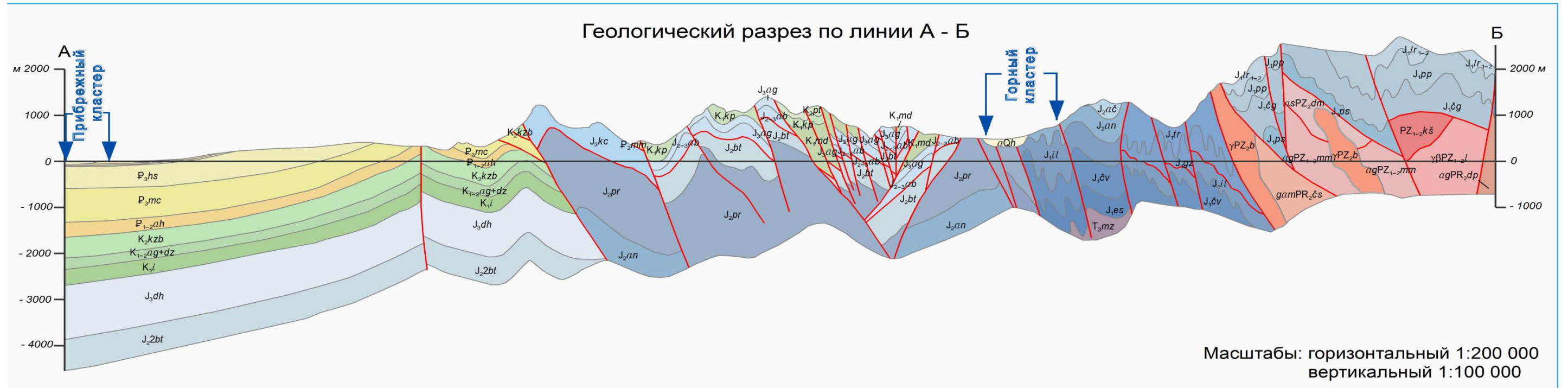


Рис. 14. Разрез к геологической карте дочетвертичных отложений территории Сочинского полигона (линия А-Б) (Составлен ФГУГП «Гидроспецгеология»)

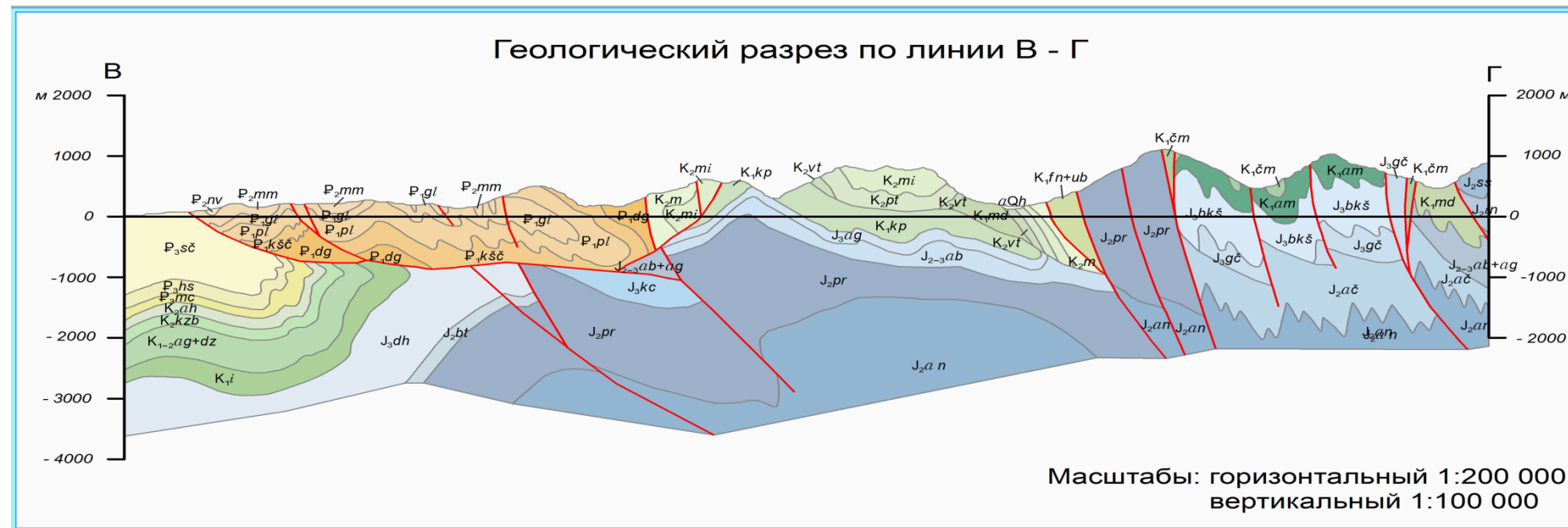


Рис. 15. Разрез к геологической карте дочетвертичных отложений территории Сочинского полигона (линия В-Г) (Составлен ФГУГП «Гидроспецгеология»)

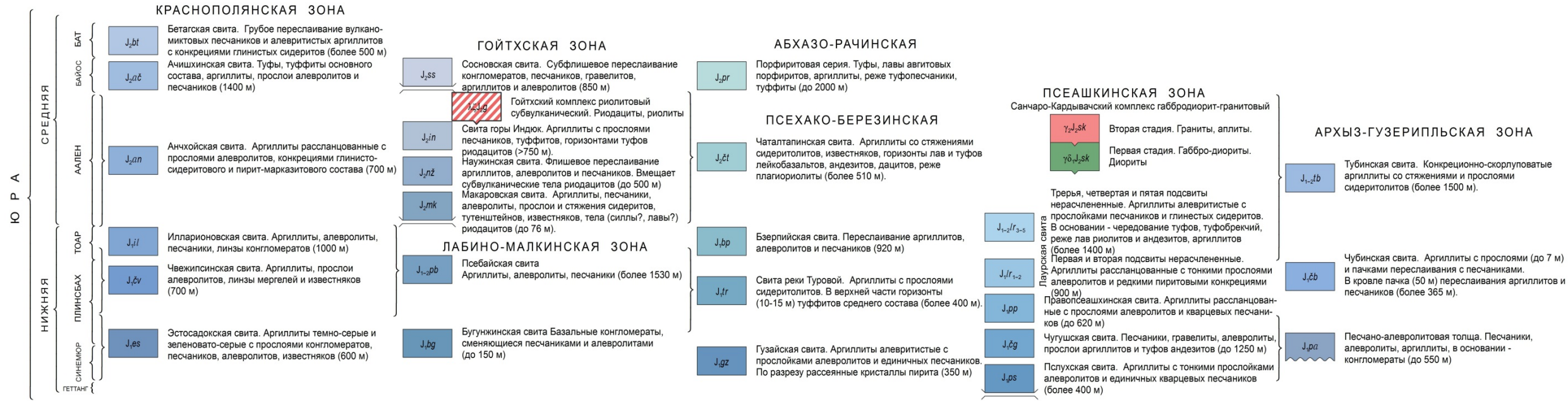
Условные обозначения (Лист 1)

ЮРА	ВЕРХНЯЯ	ТИТОН	ОКСАФОРД КИМЕРИДЖ	ВАЛАНЖИН	НИЖНИЙ	ГОТЕРИВ	БЕРРИАС	БАРРЕМ	АПТ	АЛЬБ	СЕНОМАН	САНОН КОНЬЯК ТУРОН	КАМПАНИ	МАСТРИХТ	ПЛЕЙСТОЦЕН	ПАЛЕОГЕН	ЭОЦЕН	ЗОЦЕН	ПАЛЕОЦЕН	ПЛИО-НЕОПЛЕЙСТОЦЕН	МИОЦЕН	НЕОГЕН	КВАРТЕР	ГОЛОЦЕН	АДЛЕРСКАЯ ДЕПРЕССИЯ	<i>aQh</i> Аллювиальные галечники, валунно-галечные отложения (до 20 м); делювиальные (d) суглинки щебнистые (до 10 м)	<i>mvQhčr</i> Ундалювий черноморский. Пески, галечники, глины, гравий, ракушечники (до 80 м).	<i>aQ_{III}</i> Верхнее звено. Аллювиальные галечники, валунно-галечные отложения (до 30 м).	<i>mvQ_{III}</i> Верхнее звено. Морской ундалювий. Галечники, пески, гравий, ракушечники (до 20 м).	АБХАЗСКАЯ ЗОНА	<i>N_{1-zgg}</i> Гравийно-галечная толща. Гравийно-галечниковые конгломераты, в кровле прослой глин (100 -110 м)	<i>N_{1-ar-pr}</i> Адлерская и прервинская свиты объединенные. Глины серые тонкослоистые с тонкими присыпками известковистого песка, в средней части прослой сидеритов (780 м).	<i>P₃mv-N₁kd</i> Мысовидненская и кудепстинская свиты объединенные. Глины слоистые скорлуповатые с прослоями алевролитов и песчаников, изредка - септариевые конкреции (760 м)	<i>P₃sc</i> Сочинская свита. Глины с прослоями алевролитов, реже песчаников (200 м)	<i>P₃hs</i> Хостинская свита. Чередование песчаников тонкослоистых, алевролитов и аргиллитов, внизу преобладают песчаники (200-320 м).	<i>P₃mc</i> Мацестинская свита. Неравномерное переслаивание глин мергелистых с алевролитами и песчаниками. Внизу - подводноползневые горизонты (500 м)	ЗОНА АХЦУ	<i>K₂kzb</i> Казачебродская свита. Известняки слоистые с включениями кремней. В подошве - пестроцветные известняки с прослоями мергелей (210-300 м)	<i>K₂dz</i> Дзыхринская толща. Туфопесчаники, известняки окремненные, мергели, алевролиты. В основании - базальный конгломерат (50 м)	<i>K₁ag+dz</i> Агурская свита, пестроцветная карбонатная и дзыхринская толщи объединенные. Известняки, мергели пестроцветные, туфопесчаники (230 м) (только на разрезе)	<i>K₁i</i> Известняковая толща. Известняки серые слоистые с конкрециями кремней. Изредка - прослой доломитизированных, битуминозных и песчанистых известняков (до 300 м) (только на разрезе)	<i>J₃dh</i> Джирхвинская свита. Известняки битуминозные, доломитизированные, в основании - прослой мергелей, аргиллитов (900 м) (только на разрезе)	<i>J₃kc</i> Кацирхская свита. Известняки рифогенные, органогенно-обломочные, оолитовые, в основании - базальный конгломерат (до 450 м)
-----	---------	-------	----------------------	----------	--------	---------	---------	--------	-----	------	---------	--------------------------	---------	----------	------------	----------	-------	-------	----------	--------------------	--------	--------	---------	---------	----------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ЧВЕЖИПСИНСКАЯ ЗОНА	<i>P₃-N₁g</i> Глинистая толща. Глины с прослоями и горизонтами песчаников (до 4500 м) (только на разрезе).	<i>P₂nv</i> Навагинская свита. Чередование песчаников, аргиллитов, битуминозных мергелей. В подошве тонкоритмичный переслой пестроцветных аргиллитов, мергелей и алевролитов (110 м).	<i>P₂mm</i> Мамайская свита. Ритмичное переслаивание аргиллитов зеленовато-серых, фукоидных мергелей, алевролитов и песчаников. В основании - линзы подводноползневых отложений (460 м)	<i>P₁gl</i> Головинская свита. Аргиллиты серые, зеленоватые, окремненные с прослоями песчаников и алевролитов, реже известняков (100 м).	<i>P₁pl</i> Пластунская свита. Окремненные мергели, песчаники, глины, известняки, опоки (200-250 м).	<i>P₁ksč</i> Свита Казачей Щели. Окремненные глинистые мергели, песчаники, глины, известняки, кремни (60-170 м).	<i>P₁dg</i> Дагомьсская свита. Переслаивание окремненных мергелей, алевролитов, песчаников, известняков, встречаются прослой кремней (450 м).	<i>K₂m</i> Мергельная толща. Переслаивание мергелей темно-серых, известняков, редко алевролитов (более 300 м)	<i>K₂mi</i> Мергельно-известняковая толща. Равномерное переслаивание известняков и мергелей с редкими прослоями алевролитов (350 м)	<i>K₂pt</i> Пестроцветная толща. Известняки пестроцветные тонкослоистые с прослоями мергелей (250 м)	<i>K₂vt</i> Вулканогенно-терригенная толща. Окремненные аргиллиты, алевролиты, реже мергели, туффиты и кремни (200 м)	<i>K₁md</i> Медоуевская свита. Аргиллиты пестроцветные с прослоями песчаников, алевролитов, реже темных кремней. Внизу - мергели с прослоями известняков (более 950 м)	<i>K₁kp</i> Свита Кепш. Мергели серые фукоидные, в верхней части - буровато-серые с редкими прослоями известняков (460 м)	<i>J₂₋₃ag</i> Агепстинская свита. Чередование пелитоморфных известняков и мергелей пестроцветных с линзами кремней. В основании - брекчированные известняки (150 м)	<i>J₂₋₃ab+ag</i> Аибгинская свита. Окремненные аргиллиты с прослоями зеленовато-серых вулканомиктовых алевролитов и песчаников. В основании - базальный конгломерат (260 м).	<i>J₂₋₃ab</i> Аибгинская и агепстинская свиты объединенные. Известняки, горизонты известняковых брекчий, аргиллиты (> 170 м).
--------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

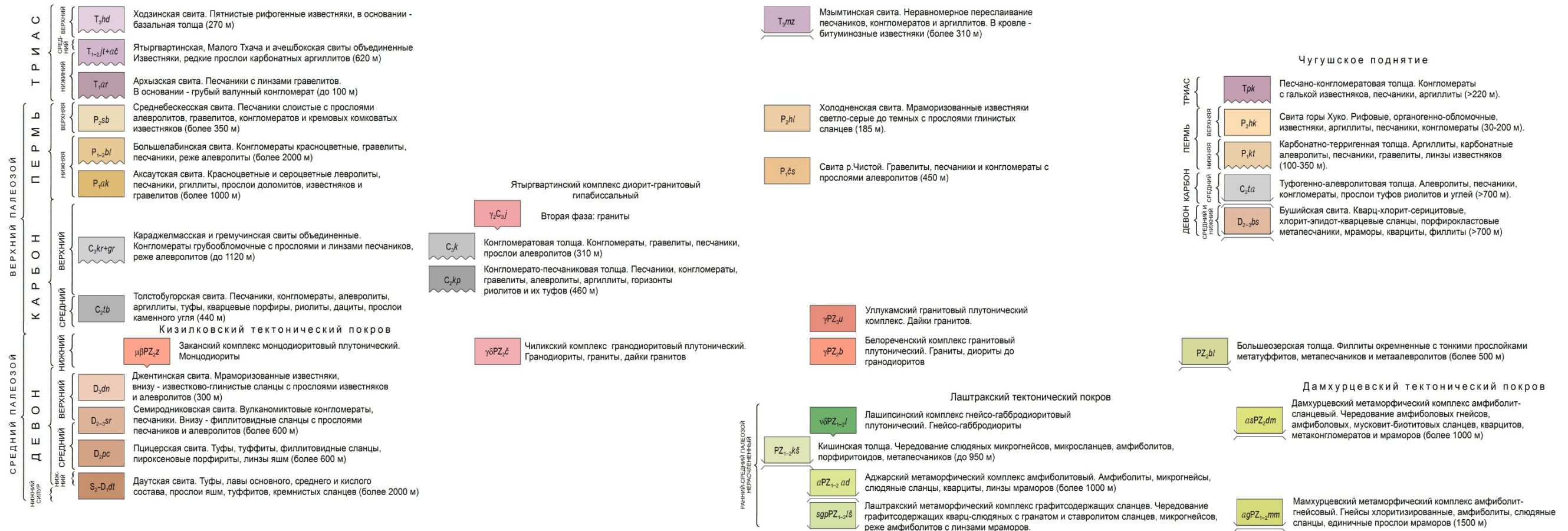
НОВОРОССИЙСКО-ЛАЗАРЕВСКАЯ ЗОНА	<i>K₂ah+kn</i> Ахейанская, пенайская, бединовская, куниковская свиты. Флиш: мергели, известняки, глины, алевролиты и песчаники. В основании пестроцветные мергели, известняки до 25 м (435 м).	<i>K₂nt+gh</i> Натухайская и гениохская свиты объединенные. Флиш. Мергели, песчаники, известняки. В верхней части субфлиш. Известняки, мергели, алевролиты, песчаники, кремни (470-700 м).	<i>K₂pk+kk</i> Свиты ананурская, керкетская объединенные. Флиш и флишвид окремненных известняков, мергелей, песчаников, алевролитов, кремней В подошве флиш. Туфопесчаники, алевролиты, мергели, глины, туфы (220-380 м).	<i>K₂dl+rz</i> Дольменная и розначеевская свиты объединенные. Аргиллиты, прослой алевролитов, песчаников. В основании (до 400 м) ? глауконитовые песчаники с пачками переслаивания аргиллитов, песчаников, конгломератов (до 500-600 м).	<i>K₂fn+ub</i> Свиты фанарская и убинская объединенные. Глины с прослоями алевролитов и песчаников. В основании (110 м) песчаники с прослоями и аргиллитов (940 м).	<i>K₂sl+šš</i> Солодкинская и шишанская свиты объединенные. Глины с прослоями алевролитов и песчаников. В основании редкие прослой гравелитов, горизонты олистостром (407-430 м).	<i>K₂db+čp</i> Свиты Дерби и Чепси объединенные. Глины с прослоями сидеритов, алевролитов, мергелей. В основании (107-185 м) песчаники и конгломераты с прослоями мергелей, известняков, глин (347-425 м).	<i>K₂čm</i> Чумаковская свита. Флиш мергелей, известняков, песчаников, алевролитов (450 м).	<i>K₂am</i> Свита Амуко. Чередование известняков и алевролитов, прослоев песчаников и мергелей (до 400 м).	<i>J₂bkš</i> Бекишейская свита. Флиш. Чередование пачек мергелей и известняков с линзами олистостром и обломочных известняков (более 625 м).	<i>J₂gč</i> Грачевская свита. Переслаивание песчаников, пестроцветных глин, алевролитов, редко мергелей, известняков (более 760 м).	<i>J₂₋₃(?)nm</i> Монашкинская свита. Аргиллиты с прослоями песчаников, реже - известняков (до 300 м).
--------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Условные обозначения (Лист 2)



ГРАБЕН-СИНКЛИНОРИЙ ПЕРЕДОВОГО ХРЕБТА

ГОРСТ-АНТИКЛИНОРИЙ ГЛАВНОГО ХРЕБТА



Условные обозначения (Лист 3)

МЕНЬШИЕ ПЛАТФОРМЫ ВЕРХНИЙ ПРОТЕРОЗОИ	<p>Блыбское поднятие</p> <p>γPR_1 Нижнепалеозойский комплекс гранитоидов кристаллического основания Передового хребта Гнейсограниты, граниты</p>	<p>Ацгаринский тектонический покров</p> <p>$sgmPR_{ac}$ Ацгаринский метаморфический комплекс сланцево-микронейсовый. Сланцы биотитовые с графитом и гранатом, микронейсы, горизонты амфиболитов (более 900 м)</p>	<p>Макерский СВК</p> <p>sPR_{kr} Кургашичатский метаморфический комплекс сланцевый. Плосчатые хлоритизированные серицит-кварцевые и мусковит-кварцевые сланцы с прослоями гнейсов и графитистых кварцитов (более 1230 м)</p> <p>$agPR_{dp}$ Дуплукский метаморфический комплекс амфиболит-гнейсовый. Чередование кварц-сланцевых сланцев, гнейсов, амфиболитов, кварцитовидных сланцев, редко мраморов (2000 м)</p> <p>$sp(\alpha PR_2)$ Серпентиниты апогипербазитовые.</p>	<p>Буульгенский СВК</p> <p>$agPR_{dm}$ Домбайский метаморфический комплекс амфиболит-гнейсовый. Гнейсы двуслюдяные порфирибластовые с прослоями слюдяных сланцев и амфиболитов (более 350 м)</p> <p>$gamPR_{\epsilon s}$ р.Чессу метаморфический комплекс амфиболитовых гнейсов. Чередование амфиболитовых гнейсов, порфирибластовых слюдяных сланцев, амфиболитов и кварцитов (>1200 м).</p>
	<p>$sgPR_{ar}$ Армовский метаморфический комплекс сланцево-гнейсовый/Плагинейсы, порфирибластовые слюдяные сланцы, горизонты амфиболитов (более 1500 м)</p>			
	<p>$gaPR_{\gamma bl}$ Балканский метаморфический комплекс амфиболит-гнейсовый. Амфиболиты, амфибол-альбитовые порфирибластовые гнейсы, прослои слюдяных и гранат-мусковитовых сланцев (более 2000 м)</p>			
	<p>$sp(\alpha PR_2)$ Серпентиниты апогипербазитовые.</p>			

ПРОЧИЕ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

	тектониты нерасчетленные		Совмещенная (автомобильная и железнодорожная) дорога Адлер - Горноклиматический курорт "Альпика-Сервис"
	геологические границы		Железные дороги
Разрывные нарушения			
	главные структурные швы: шарьяжи и надвиги		Населенные пункты
	прочие разломы		Реки
Олимпийские объекты			
	Прибрежный кластер		Озера, пруды, водохранилища
	Горный кластер		Изобаты
Прочие			
	Граница территории Сочинского полигона		Линии разрезов
	Туннели		

3.1.6. Стратиграфия и литология

Юрская система (J)

Отложения юры имеют более широкое распространение. Они участвуют в строении Главного хребта в пределах Гойтхского антиклинория. Отложения представлены песчаниками, алевролитами и глинистыми породами в основном морского происхождения, среди которых подчиненную роль играют угленосные образования и вулканогенные породы.

Верхнеюрские отложения (карбонатные осадки) слагают Скалистый хребет. На Северо-Западном Кавказе и Черноморском побережье к ним относится терригенный и терригенно-карбонатный флиш, мощностью до 1200 м.

Меловая система (K)

Меловая система имеет наиболее широкое распространение и представлена двумя отделами: нижним и верхним. На южном склоне Большого Кавказа нижнемеловые отложения сложены карбонатным флишем, представленным чередованием песчаников, глин и известняков. Мощность отложений для различных регионов изменяется от сотен метров до 2-3 км.

Верхний мел в горной части края сложен, в основном, известняками, чередующимися с мергелями. На южном склоне Главного хребта отложения представлены флишевой фацией, выражающейся ритмичным чередованием известняков, мергелей и известковых песчаников.

Неогеновая система (N)

Отложения собственно неогена также отмечаются на западном переклиналином замыкании Кавказа и, кроме того, распространены в крайней юго-восточной части района, где они согласно залегают на глинах сочинской свиты. В составе неогена выделяются отложения миоцена и плиоцена. В западной части Кавказа до границы района работ неогеновые отложения представлены только плиоценовыми отложениями тортонского, сарматского и меотического ярусов в виде согласного переслаиванием глин, алевролитов, известняков, песчаников и мергелей.

Четвертичная система (Q)

Отложения четвертичной системы различных генетических типов имеют широкое распространение. В горных областях развиты ледниковые, флювиогляциальные, морские, аллювиальные и пролювиальные образования (валунно-галечники, пески и суглинки), отложения склонов (делювий и пролювий).

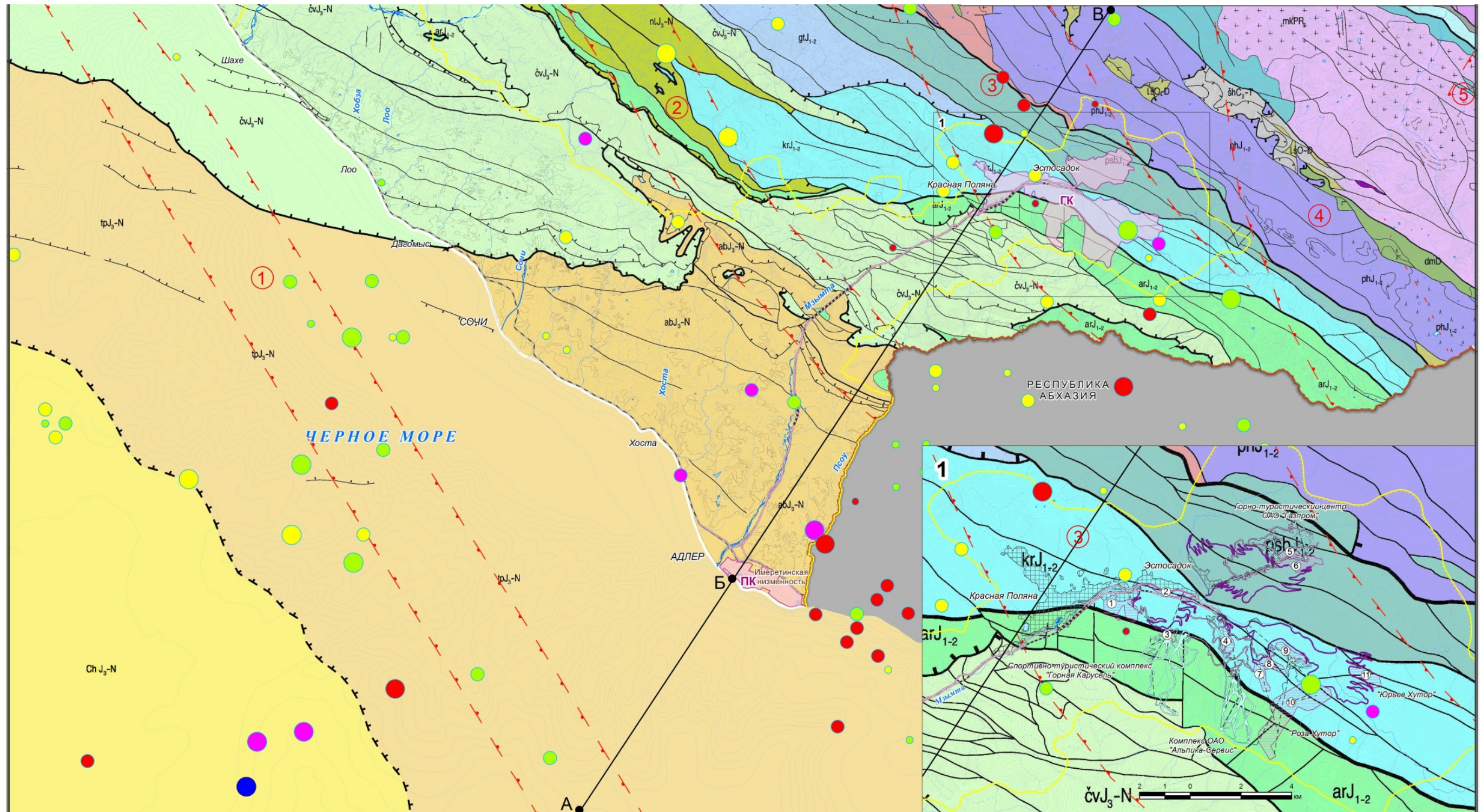
В предгорных и межгорных депрессиях аллювиально-пролювиальные отложения слагают конусы выноса (галечники, суглинки, пески). В элювиально-делювиальных отложениях южнее станицы Гладковской известны находки глыб диабазовых порфиритов до 6м в диаметре, а верхнеюрских известняков до 2м. Мощность элювиально-делювиальных и пролювиальных отложений достигает 10м. Аллювиальные отложения в низовьях крупных рек представлены мощными толщами галечников с супесчаным и суглинистым заполнителем. Мощность аллювия изменяется от 5 до 25 м, достигая в максимуме 50-60 м. На Черноморском побережье прослеживаются несколько абразивных и абразионно-аккумулятивных террас представленных галечниками и косослоистыми песками.

3.1.7. Тектоническое строение

Описание тектонического строения характеризуемого района приведено по данным Хаина В.Е., Афанасьева С.Л., Резникова В.И, Сереженко В.А., Дьяконова А.И., Шарданова А.Н. и других, тектоническая схема представлена на рисунке 16.

Горная часть территории приурочена к области мегантиклинория Большого Кавказа. С юга она ограничена Черным морем, с севера Ахтырским и Черкесским глубинными разломами. Территория исследований имеет чрезвычайно сложное тектоническое строение, которое характеризуется наличием крупных продольных структурно-фациальных зон, осложненных поперечной зональностью. Осевым элементом структуры является Псбепско-Гойтхский антиклинорий.

Зоны поперечных нарушений, разделяющие ступени, представляют собой сравнительно узкие (сотни - первые тысячи метров) полосы разрывов, флексур и складок антикавказского или субмеридианального простирания.[11]



Масштаб: 1: 200 000

Рис. 16. Тектоническая схема территории Сочинского полигона (Составлена ФГУП «Гидроспецгеология»)

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1. Структурные этажи

Докембрийский структурный этаж

Кристаллическое основание Главного хребта

mkPR₂ Макерский гнейсово-сланцевый СВК (автохтон)
(протоактивные окраины)bgPR₂ Буульгенский гнейсово-амфиболитовый СВК (паравтохтон)
(протоконтинентальные рифты)

Кристаллическое основание Передового хребта

blPR₂ Блыбский гнейсово-амфиболитовый СВК (автохтон)
(протоконтинентальные рифты)oPR₂ СВК ультрабазитовый реликтовой океанической корыНижне-среднепалеозойский (раннегерцинский) структурный этаж
СВК Главного хребта

l&O-D Лаштракский амфиболит-сланцевый СВК (аллохтон)

dmD Дамхурцевский амфиболит-зеленосланцевый СВК (аллохтон)

PZ₂₋₃ СВК гранитоидов коллизионных вулканоплутонических зонВерхнепалеозойский (позднегерцинско-индосинийский) структурный этаж
СВК Главного хребтаcmC₂-T Чапальско-Мастырский молассовый СВК (неоавтохтон)Нижне-среднеюрский (киммерийский) структурный этаж
СВК Главного хребтаagJ₁₋₂ Архыз-Гузерицпольский полимиктовый песчано-глинистый СВК
удаленного мелководного шельфаphJ₁₋₂ Псеашхинский вулканогенно-терригенный СВК внешнего
глубоководного шельфаpsbJ₁₋₂ Псеако-Березовский вулканогенно-терригенный СВК
зоны задугового спредингаvδ-γ₂ Габбро-диорит-гранитовый СВК субдукционных
окраинных бассейнов

СВК Передового хребта

lmJ₁₋₂ Лабино-Малкинский полимиктовый глинисто-песчаный СВК
мелководного шельфа (неоавтохтон)

СВК Закавказской плиты

gtJ₁₋₂ Гойтский вулканогенно-терригенный субфлишевый СВК
подножия склона островной дуги (аллохтон)krJ₁₋₂ Краснополянский терригенно-туффитовый СВК внешнего
шельфа островной дуги (паравтохтон)arJ₁₋₂ Абхазо-Рачинский терригенно-вулканический СВК
островной дуги (автохтон)Верхнеюрско-неогеновый (альпийский) структурный этаж
СВК Закавказской плитыnlJ₃-N Новороссийско-Лазаревский терригенно-флишевый СВК
зоны задугового спредингаcvJ₃-N Чвежипсинский терригенно-карбонатный субфлишевый СВК
подножия склона островной дуги (аллохтон)abJ₃-N Абхазский карбонатно-терригенный СВК остаточного
морского бассейна (автохтон)tpJ₃-N Карбонатно-терригенный СВК Туапсинского прогиба
шельфа внутреннего бассейнаCh J₃-N СВК вала Шатского (мелководного шельфа)

2. Геологические границы:

— согласного залегания и интрузивные контакты достоверные

- - - - - согласного залегания и интрузивные контакты предполагаемые

— несогласного залегания стратиграфических подразделений
достоверные

3. Тектонические нарушения

— Главные региональные сложной кинематики (субвертикальные)

— Разломы второго порядка достоверные

— Разломы прочие достоверные

— Главные надвиги первого порядка достоверные

— Главные надвиги предполагаемые под вышележащими
образованиями

— Надвиги второго порядка достоверные

— Прочие надвиги достоверные

4. Складчато-разрывные зоны

① Черноморско-Лазаревская

② Пшехско-Адлерская

③ Шахан-Аибгинская

④ Сахрай-Ахарская

⑤ Макеро-Ахейская

5. Олимпийские объекты

ПК Прибрежный кластер

ГК Горный кластер

Площадки олимпийских объектов

① Комплекс трамплинов

② СТК "Горная Карусель" (1050 номеров)

③ СТК "Горная Карусель" (1100 номеров)

④ Санно-бобслейный комплекс

⑤ 4-х звездочный комплекс (600 номеров)

⑥ Лыжный комплекс

⑦ Фристайл-центр

⑧ Сноуборд-парк

⑨ Олимпийская деревня для спортсменов

⑩ Горнолыжный центр

⑪ Биатлонный комплекс

⑫ Олимпийский парк

Существующие и проектируемые объекты олимпийской
инфраструктуры (гостиницы, коммунально-складские
сооружения и прилегающие селитебные зоны)

Лыжные трассы

Подъемники

Подъездные дороги к олимпийским объектам

Технологические дороги

Совмещенная (автомобильная и железнодорожная) дорога
Адлер - Горноклиматический курорт "Альпика-Сервис"

Туннели

6. Границы:

— складчато-разрывных зон

— Сочинского полигона

— Российской Федерации

7. Эпицентры землетрясений

Магнитуда:
менее 3 баллов

3.01 - 4.00 баллов

4.01 - 5.00 баллов

более 5 баллов

Цветом показана глубина гипоцентра:

0 - 5 км

5 - 10 км

10 - 20 км

20 - 50 км

Иногда в пределах таких полос разрывы располагаются кулисообразно. Западным ограничением Большого Кавказа является Джигинский разлом, отделяющей его от Керченско-Таманского периклинального прогиба. Крайняя западная ступень Западного Кавказа, Гостогаевская, на востоке ограничена одноименным разломом. Далее располагается Гладковская ступень, граничащая по Молдовановскому разрыву с Неберджаевской ступенью. Затем на восток после Геленджикского разлома расположены Северская и Псекупская ступени, разделенные Афипским разломом. Псекупскую ступень от Пшишской отделяет Туапсинский разлом. Далее на востоке обособляется Лагонакская ступень (Пшехско-Адлерская флексурно-разрывная зона), ограниченная с запада Цицинским, а с востока Курджипским разломами. Последний является границей между Центральным и Западным Кавказом. Крайней западной ступенью является Белореченская, отделенная одноименным разломом от Лагонакской ступени.

В продольном плане на описываемой территории с севера на юг выделяются следующие структурно-фациальные зоны: зона Чугушского антиклинория, зона Гойтхского антиклинория, и Адлерская депрессия Абхазской зоны.

Зона Чугушского антиклинория представляет собой сложнопостроенное поднятие, расположенное в осевой части Кавказского хребта и являющееся обособленным звеном зоны Главного хребта. В строении Чугушского антиклинория выделяются 3 структурных этажа: нижнепалеозойский, верхнепалеозойский и раннемезозойский. Граница между Чугушским антиклинорием и Гойтхской зоной в нижнепалеозойском структурном этаже выражена неотчетливо, поскольку переход от глубокометаморфизованных и насыщенных интрузиями нижнепалеозойских отложений зоны Чугушского антиклинория к зеленым сланцам и филлитам Гойтхской зоны осуществляется постепенно. Наиболее крупными пликративными структурами зоны Чугушского антиклинория являются антиклинали Армянского хребта и ручья Бушего, а также синклиналь Главного хребта. На северо-западе антиклинория выделяется Тубинская зона и представлена Пшихашхинской антиклиналью с ядром из кристаллических сланцев нижнего палеозоя.

С зоной Чугушского антиклинория по системе субширотных и субмеридианальных разломов сочленяется *Лагонакская поперечная зона*. Она является подзоной области северного крыла мегантиклинория Большого Кавказа и занимает промежуточное положение между приподнятым блоком кристаллического ядра мегантиклинория, к востоку от реки Белой и областью прогиба, расположенной к западу от Цицинского разлома. В строении зоны принимают участие верхнеюрские отложения, собранные в ряд сравнительно пологих складок с простираем 340° .

Гойтхский антиклинорий имеет протяженность около 100 км и ширину около 30 км. В оси структуры обнажаются тоарские отложения структурного этажа раннеальпийской геосинклинали, а на крыльях образования мальм-эоценового структурного этажа флишегенных прогибов. По данным Хаина В.Е., Гойтхский антиклинорий отделен от Тубинской зоны Чугушского антиклинория Тугупсинским разломом. На востоке осевое положение в структуре антиклинория занимают антиклинали сундучного или веерообразного типов – Индюкская и Хохопсинская, осложненные на крыльях сбросами, а на западе складки относительно узкие с крутыми наклонами крыльев. К ним относятся антиклинали Верхнеголовинская, реки Бзерпия, Бзычская и другие.

Чвежипсинкая зона отделяется от Лазаревской Краснополянским надвигом и имеет антиклинорное строение. Морфологически отвечает поднятой ступени. В составе зоны выделяется ряд подзон с запада на восток: Шахе-Мзымтинская, Пластунская и Аибгинская. Пластунская мульда опущена относительно смежных подзон.

Зона антиклинали Ахцу-Кацирха представляет собой узкую (4-8 км) горст-антиклинальную структуру, вытянутую на границе Новороссийско-Лазаревского синклинория и Абхазской структурно-формационной зоны. С севера она ограничена Кепшинским разломом, а с юга Монастырским.

Абхазская зона расположена к югу от зоны антиклинали Ахцу-Кацирха, по своему положению в тектонической структуре Кавказа она принадлежит Грузинской глыбе Закавказского срединного массива. Складчатость в пределах Абхазской зоны носит сравнительно спокойный характер, здесь отмечаются четыре крупные брахиантиклинали: Кудепстинская, Ахштырская, Ахунская и Бытхинская. В зоне преобладает субмеридианальная тектоническая зональность и выделяются Сочи-Адлерская и Гагринская подзоны.

Западную часть зоны занимает Сочи-Адлерская тектоническая депрессия. В ее составе также выделяется ряд структурных ступеней: Сочинская, Ахунско-Ахштырская и Гагринская. Наиболее опущенная из них крайняя западная Сочинская ступень, расположенная в междуречье рек Мамайка и Сочи.

Картина геологического строения осложняется рядом поперечных нарушений с различными амплитудами перемещения по ним пород. Тектонические разломы региона имеют 3 четко выраженных пространственных направления, соответствующих как общекавказским, так и планетарным структурам. Это разломы общекавказского заложения (Ахтырскаяшовная зона, Черкесский, Темрюкский, Бекишейский, Жемсийский, Монастырский, Пластунский, Кепшинский и др.), антикавказского (Анапский, Кабардинский, Пшадский, Джубгинский, Туапсинский, Цицинский, Курджипский, Гиагинский, Кошехабльский, Чугушский) и диагональные (Кавказский, Белореченский, Краснодарский). Эти разломы в

тектодинамическом плане высокоактивны, фиксируются в горноскладчатой области с поверхности, на равнине – по результатам бурения и дешифрирования аэро-космоснимков. Практически все эти разломы сейсмоактивны, и к ним приурочены цепочки землетрясений средней силы со скоплением их в местах пересечений.

3.1.8. Геоморфология

На изучаемой территории выделяются две геоморфологические провинции – складчатом-глыбовое сооружение Большого Кавказа и впадина Черного моря. Формирование указанных морфоструктурных элементов происходило на фоне разнонаправленных новейших тектонических движений. По особенностям форм рельефа, их соотношению с геологическими структурами и преобладающим экзогенным факторам рельефообразования в пределах горного сооружения выделены пять типов рельефа (Рис. 18): высокогорный структурно-денудационный рельеф Фиштинско-Лагонакского плато; высоко- и среднегорный рельеф древнегляциальной зоны; средне- и низкогорный эрозионно-денудационный рельеф экстрагляциальной зоны; низкогорный эрозионно-денудационный рельеф Причерноморья и слаборасчлененный и равнинный рельеф Адлерской депрессии. В рельефе дна Черного моря выделяются шельф, структурно-эрозионный материковый склон и его подножие. Ориентировка выделенных геоморфологических областей в значительной степени определяется структурными особенностями дочетвертичного субстрата. В пределах горного сооружения и материкового склона преобладают процессы эрозии и денудации, на шельфе и подножии материкового склона – процессы аккумуляции.

Высокогорный структурно-денудационный рельеф Фиштинско-Лагонакского плато связан с пологозалегающей бронирующей толщей рифогенных и слоистых известняков средне-верхнеюрского возраста. Сквозными ледниковыми трогами оно расчленено на обособленные массивы, вершины которых гг. Фишт (2867,7 м), Оштен (2804 м), Пшехо-Су (2744 м) достигают уровня снеговой границы (рис.17). Края плато представляют отвесные скальные уступы высотой в сотни метров.[11]

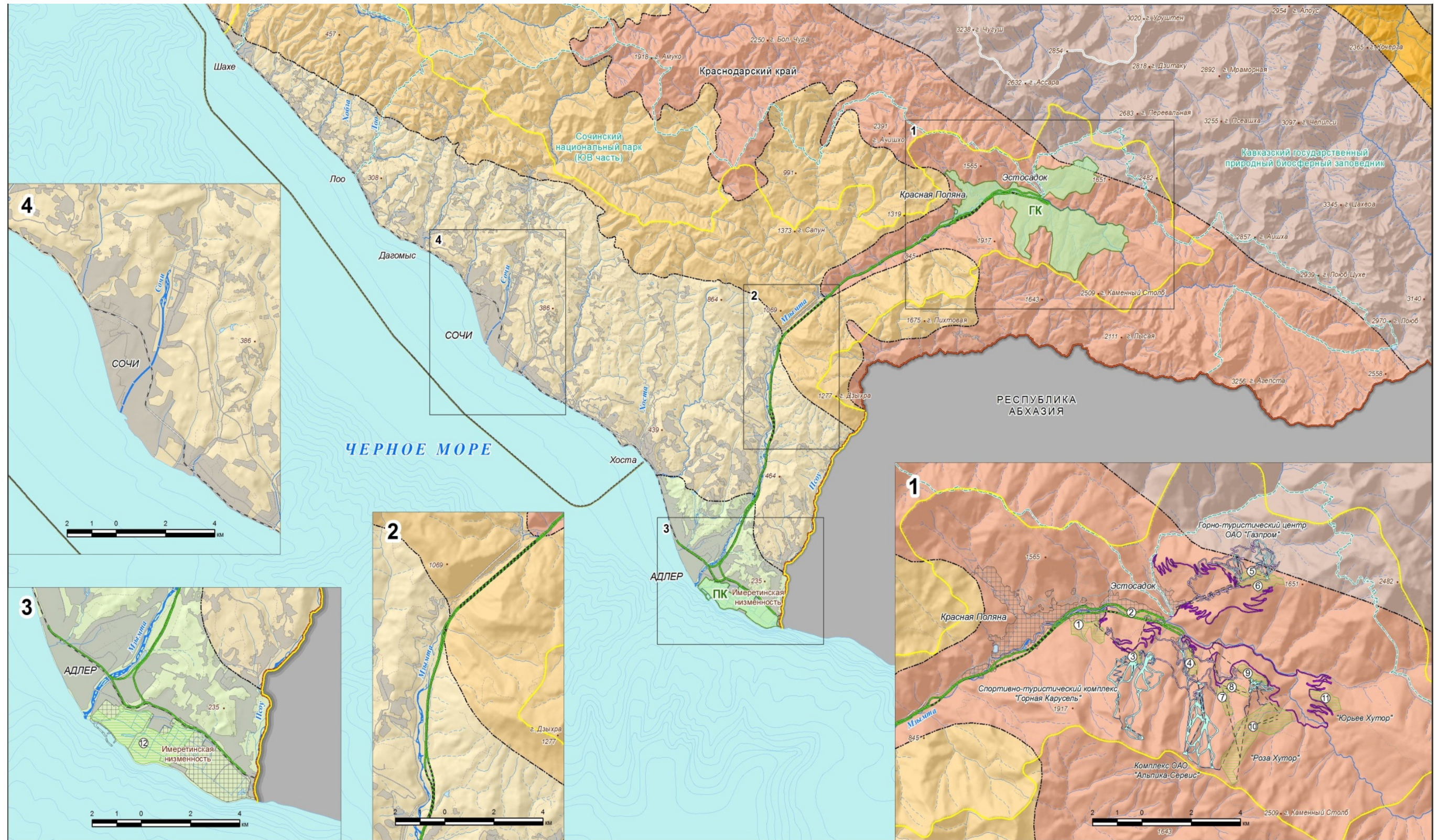







Рис. 17. Типы рельефа Сочинского полигона (Составлена ФГУГП «Гидроспецгеология»)

Условные обозначения к рисунку 3.1.8

1. Типы рельефа

	Равнинный аккумулятивный рельеф Адлерской депрессии
	Низкогорный денудационный рельеф Причерноморья
	Средне- и низкогорный структурно-денудационный рельеф
	Высоко- и среднегорный сильно расчлененный рельеф передовых хребтов южного макросклона
	Высокогорный крутосклонный рельеф Главного Кавказского хребта
	Высоко- и среднегорный рельеф межгорных депрессий
	Высоко- и среднегорный глубоко расчлененный рельеф Передового хребта

Подножья их обрамлены мощными обвальными осыпными шлейфами, спускающимися по склонам на 1,5-2 км. Фиштинский ледник, протяженностью около 1,2 км, спускается до высоты 2450 м, а небольшие ледники затененных ущелий – значительно ниже (до 2000 м). Преобладает каровый тип ледников. Кары образуют до 5-6 ступеней на высотах от 1800 до 2500 м, самые верхние из них заполнены снежниками и ледниками. Геоморфологические особенности плато тесно связаны с карстообразованием, гляциально-нивальными и гравитационными процессами. Наиболее распространенными формами поверхностного карста являются воронки, котловины, колодцы, карстовые рвы, провалы. Здесь известно до 64-х отдельных карстовых полостей объемом до десятков тыс.м³. Из форм глубинного карста распространены пещеры, подземные галереи, шахты глубиной в десятки и сотни метров и протяженностью в первые километры. По мнению ряда исследователей, карст развивается с конца плиоцена. Гляциально-нивальные и гравитационные формы рельефа наложены на карстовые и представлены фирновыми полями, каменными глетчерами, гравитационными течениями грунта, оплывинами, солифлюкционными террасами, глыбовыми россыпями.[11]

Высоко- и среднегорный интенсивно расчлененный рельеф древнегляциальной зоны развит в пределах складчато-глыбового поднятия Главного хребта и Ачишхинского выступа, в строении которых принимают участие, соответственно, метаморфизованные доюрские образования и палеозойские интрузии, и среднеюрские вулканиты (Краснополянский и Абхазо-Рачинский СВК). В пределы зоны входят западное окончание и отроги Главного Кавказского хребта с горными массивами Аутль (1855 м), Амуко (1918

м), Бзыч (2116 м), Пшихашха (2120 м), Хуко (1901 м), Кут (2116 м), хр. Армянского (2021 м) и др., которые в максимумы похолоданий позднего неоплейстоцена являлись местными центрами оледенений. Главная роль в формировании современного рельефа принадлежала деятельности ледников, обвальным и осыпным процессам конца позднего неоплейстоцена – начала голоцена. Древнегляциальные формы в осевых частях хребтов и массивов выражены сильно разрушенными ледниковыми карами, трогами, висячими устьями боковых долин, ригелями, остаточными каровыми озерами. Аккумулятивные формы рельефа сохранились на дне долин в виде конечных и боковых морен, террас, пролювиально-селевых конусов выноса, аквальных разновидностей моренных осадков. В период дегляциации активно развивались процессы оседания склонов, сопровождавшиеся дроблением, расползанием блоков, их срывами. Большинство обвальных форм приурочены к фронтальным частям крупных долгоживущих разломов. В результате активного проявления этих процессов были полностью уничтожены следы дочетвертичного рельефа, реликтивными являются даже позднеплейстоценовые формы и сопутствующие им отложения. [11]

Средне- и низкогорный сильно расчлененный эрозионно-денудационный рельеф экстрагляциальной зоны приурочен к области развития юрских и меловых отложений альпийской и киммерийской областей складчатости и зоны Ахцу-Гагрско-Джавскогоскладчато-глыбового поднятия. Общие морфологические черты территории тесно связаны со складчато-разрывной структурой осадочных толщ и их литологическим составом. Для него характерны относительно большие перепады высот (400-700 м); V-образные эрозионные долины и каньоны, узкие уплощенные гребни водоразделов. Выположенные участки склонов с широким распространением деляпсионных, делювиальных, пролювиальных и прочих аккумулятивных форм характерны для внутригорных депрессий, выработанных глинистых и песчано-глинистых породах. Многоярусные системы структурных террас, микроэскарпов и платообразных поверхностей развиты в местах выходов песчаников и известняков. Обвально-осыпные и обвально-оползневые формы рельефа приурочены к обрывистым скальным склонам. Ложем рек обычно являются коренные породы, которые они пересекают. Аккумуляция аллювия в перстративной и констративной фазах характерна для нижних переуглубленных участков и отрезков долин ниже или выше гравитационных подпруд. К этим участкам долин приурочены основные террасовые комплексы высотой от 2 до 15-20 м, в крупных долинах – от 40-50 до 180 м. Оползневые процессы тесно связаны с эрозионными циклами. Наиболее древние оползни “привязаны” к положению ложа среднеплейстоценовых долин. Большинство их по времени образования

сопоставляется с периодом деградации горных ледников позднего неоплейстоцена и нижнего голоцена. Наиболее молодые оползневые блоки находятся на уровне низких террас или погружены в толщу аллювия переуглублений. В местах развития карбонатных пород (массивы хр. Алек, Ахцу, Воронцовской) широко развит карст. Наиболее крупные шахты-поноры (Воронцовская, Назаровская, Географическая, Заблудших) имеют протяженность 10 640, 6500, 3100, 2500 м соответственно. [11]

Низкогорный эрозионно-денудационный умеренно и сильно расчлененный рельеф охватывает поле развития палеогеновых и неогеновых отложений фронтальной части Чвежипсинского аллохтона и Абхазской зоны. Преимущественно глинистый и песчано-глинистый состав пород, слабоустойчивых к процессам денудации, обусловили небольшие превышения (до 200-400 м), сглаженность форм рельефа, широкое развитие оползней, наличие подпрудных озер и мочажин. Судя по высоте оползневых срывов и глубине эрозионных рвов, процессами оползания захвачена толща пород мощностью до 50-100 м. По батралогическим признакам возраст оползней оценивается от среднего неоплейстоцена до голоцена. В пределах открытых субгоризонтальных поверхностей с разреженным растительным покровом активно действуют процессы плоскостного смыва. Они располагаются на нескольких уровнях в виде денудационных ступеней с превышениями в десятки метров. Самые низкие из них соответствуют уровням неоплейстоценовых террас, остатками которых зачастую и являются. Резкие формы рельефа характерны для известняков Ахштырской и Ахунской антиклиналей. Здесь широко развит карст и врезанные долины с непроходимыми каньонами рек Кудепста, Бол. Хоста, Агурчик с высотой стенок 70-100, при и ширине русел 3-5 м. В пределах массива Ахштырь самыми распространенными формами карста являются коррозионно-гравитационные колодцы, шахты, пещеры-поноры, а на массиве Ахун - голый задернованный, реже подземный карст. [11]

Слаборасчлененный и равнинный рельеф Адлерской депрессии занимает неширокую (2-5 км) полосу побережья в междуречье Кудепста-Псоу. Характер рельефа здесь низкогорный (превышения до 150-200 м), холмисто-увалистый со сглаженными уплощенными водоразделами и относительно разреженной балочной сетью. Уступы древних террас и склоны балок выработаны в осадочных породах миоцена-плиоцена, аккумулятивные образования (поймы, пляжи) занимают основную часть площади и представлены морскими, лиманными и аллювиальными осадками, мощностью до 80-90 м, выполняющими эрозионные врезы новоэвксинского переуглубления. На значительной части Черноморского побережья описанные формы рельефа “срезаются” Сочинской, Черноморской и более древними морскими террасами. Берег моря западнее депрессии –

абразионный, ровный и представлен клифом высотой 10-30 м. В районе Адлера и у впадения крупных рек побережье занято аккумулятивными террасами. Клиф прорезан висячими ложбинами и переуглубленными долинами крупных рек. [11]

Континентальный шельф – это пологонаклонная ($1-2^0$) аккумулятивная равнина шириной до 14 км, сужающаяся (до 2-3 км) к устьям рек Шахе и Мзымты. Абрадируемая морем прибрежная полоса (бенч) прослеживается до глубины 8-15 м. Она сложена коренными породами с маломощным покровом гравийно-галечного материала. Мористее развита зона волнового воздействия (внутренний шельф), которая прослеживается до глубины 25-30 м. Здесь распространены пески, ракушечники и гравийно-галечники со следами волновой ряби. На глубинах до 120 м (внешний шельф) осадки представлены алевритами, алевролитами, ракушечниками. [11]

Сильно- и умеренно-расчлененный структурно-эрозионный рельеф материкового склона прослеживается до изобаты 2000 м соответствует в палеоструктуре Туапсинскому прогибу и Адлерской депрессии, имеет вогнутый профиль с перегибом вдоль изобаты 1750 м и крутой ($20-30^0$) уклон поверхности склона от бровки шельфа до перегиба. Выработан рельеф в палеоген-неогеновых отложениях и характеризуется наличием многочисленных каньонов, промоин, оплывин и останцев палеоцен-эоплейстоценовых отложений. Наиболее крупные каньоны являются подводным продолжением рек Шахе и Мзымты. Каньоны в верхней части склона V-образные, в нижней – U-образные. У подножья материкового склона они сливаются в широкие (до 6 км) трог с плоскими днищами, заполненными галечным материалом. На материковом склоне широко развиты новейшие структурные поднятия (купола и гряды высотой до 600 м), приуроченные к антиклиналям в палеоген-неогеновых отложениях и способствовавшие аккумуляции в котловинах мощных толщ четвертичных отложений. [11]

Подножье материкового склона включает вал Шатского и представляет собой аккумулятивную пологонаклонную ($1-2^0$) подводную равнину, сложенную четвертичными пелитовыми и алевро-пелитовыми осадками. В пределах изученной площади подножие склона почти полностью заполнено материалом конуса выноса реки Шахе. Поверхность последнего осложнена дугообразными оплывинами и оползнями. За пределами конуса выноса аккумулятивная поверхность постепенно сменяется абиссальной равниной. [11]

Техногенный рельеф развит в прибрежной наиболее освоенной, в хозяйственном отношении, зоне. Самыми распространенными техногенными формами являются дорожные выемки и насыпи вдоль автомобильных и железных дорог, вдольбереговые искусственные валы, ирригационные каналы. Преобразования рельефа связаны также с

прокладкой газо- и водопроводов, канализационных систем, рытьем котлованов, отработкой месторождений стройматериалов. [11]

В неотектонической структуре горное сооружение представляет собой ступенчатое поднятие, в целом, унаследовавшее черты структуры мезокайнозойского субстрата. В самом общем виде здесь различаются (с севера на юг) зона брахисводов осевого поднятия, зона южного склона, южная прибортовая зона и область новейшего молассонакопления. Анализ неогеновых и четвертичных террас показывает, что здесь имеет место система антиклиналей и горст-антиклиналей, разделенных эрозионно-тектоническими депрессиями. Из числа первых заслуживает внимания Ахштырская, Дзыхринская, Ахцу, Дагомысская и др. Среди эрозионно-тектонических депрессий важными являются Кичмайская и Солохаульская диагональной ориентировки, Дагомысская система поперечных блоков, а также система продольных “шовных” грабен. В акватории моря с положительными неотектоническими движениями связан структурно-эрозионный рельеф материкового склона неоплейстоцен-голоценового возраста, тогда как подножие материкового склона испытывает устойчивое прогибание. Судя по фиксированным глубинам эрозионных врезов в горах и мощностям компенсационных осадочных толщ у подножия материкового склона, общая амплитуда тектонических движений только за поздний неоплейстоцен составляет 200-400 м, а за весь плейстоцен превышает 3 км. [11]

Формирование рельефа горного сооружения сопровождалось образованием золоторудных россыпей по р. Сочи, в местах выполаживания профиля долины, как правило, при изменении ориентировки ее русла от поперечной антикавказской к продольной. [11]

3.1.9. Современные тектонические движения и сейсмичность

Современные тектонические движения и связанные с ними землетрясения являются одним из факторов, определяющими развитие и активизацию ЭГП.

На описываемой территории голоценовые движения земной коры, в общем, наследуют структурный план, направленность и интенсивность неотектонических деформаций. На фоне общего поднятия складчатого сооружения Большого Кавказа (со скоростью от 1 до 10 мм/год) здесь выделяются структуры разного порядка – зоны, блоки, ступени как относительных, так и абсолютных опусканий. Границы таких структур определяются более или менее четко выраженными тектоническими разрывами или флексурами северо-западного (кавказского) и поперечного (антикавказского) к нему направлению. Выделяют новейшие морфоструктуры типа грабенов с тенденцией к опусканию – Адлерская, Сочинская, Дагомысская, Лооская, Якорной щели Головинская. Выделяются также горстообразные новейшие поднятия – Акуно-Бытхинское, Мамайско-Дагомыское, Кадогуское, Дообское, Озерейкинское и др.

В пределах поднятий отмечен подъем на более высокий уровень плейстоценовых морских и речных террас и более активное проявление ЭГП. В пределах депрессий характерны активные процессы склоновой и аллювиальной аккумуляции с резким увеличением мощностей соответствующих отложений. Скорость поднятий оценивается между р. Шахе и Адлером от 0,2 до 0,6 мм /год. Анализ сейсмичности описываемой территории показал четкую приуроченность землетрясений к зонам новейших разломов. В пределах изучаемой территории наиболее активными в сейсмическом отношении являются районы Сочи – Красная Поляна-Головинка (Рис. 18).

В соответствии со СНиП-II-7-91 вся территория Сочи-Туапсе отнесена к районам 9-бальных землетрясений.

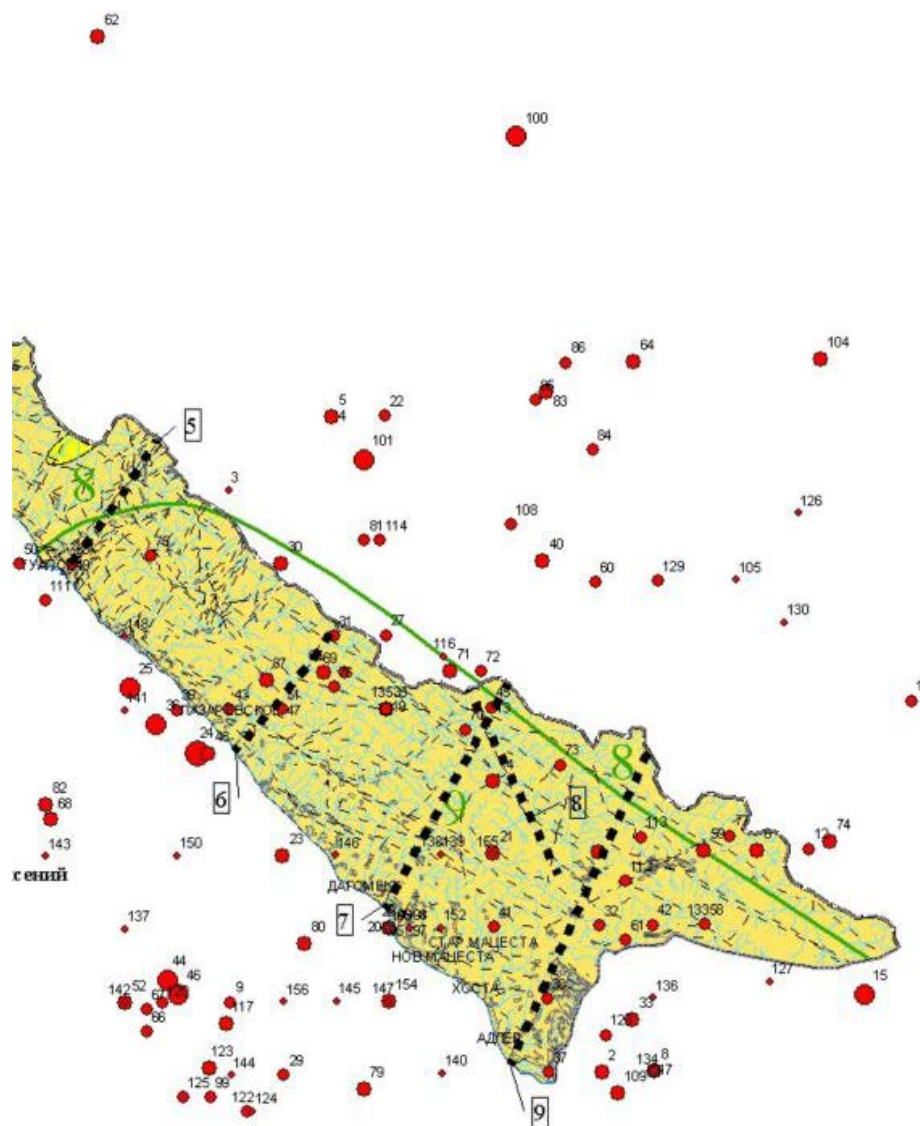
За период с 1962 по 2010 в крае и в непосредственной близости от него произошло порядка 8 сотен землетрясений с магнитудой более 2. Из них можно отметить около 10 наиболее сильных землетрясений, причинивших определенный ущерб и вызвавших беспокойство населения. Все землетрясения и границы зон различной интенсивности землетрясений согласно карте ОСР-97 и СНИП II-7-91 приведены на карте сейсмической активности, где наглядно показана приуроченность землетрясений к определенным неотектоническим структурам.

Первым можно выделить Чхалтинское землетрясение, произошедшее 16 июля 1963 года на северо-востоке Абхазии с магнитудой 6,4 и силой в гипоцентре до 8 баллов. Оно хорошо ощущалось на юго-востоке края, в Красной Поляне и Адлере на уровне 4 баллов,

а в Сочи на уровне 3 баллов. После землетрясения рядом с эпицентром отмечался ряд афтершоков с магнитудой от 2,5 до 4,4.

На рассматриваемой территории можно выделить Сочинско-Каневскую сейсмогенерирующую зону. Была сделана попытка сгруппировать сильные землетрясения рассматриваемого периода по данной зоне. Но они не совпадают с известными тектоническими зонами и сильно разнятся по глубине очагов землетрясений. Вследствие этого, распределение получается более дробное и основывается на тектонической приуроченности очагов, с одной стороны, и времени их появления, с другой стороны.









На основании энергетического класса и частоты проявления землетрясений, можно выделить Туапсинскую и Адлер-Пшехскую поперечные сейсмогенерирующие зоны.



Масштаб: 1:750 000

Рис 18. Карта сейсмической активности Сочинского полигона (Составлена Кухаревым И.Л. по материалам Л.И. Турбина)

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Суммарный размах неотектонических движений	Очаги землетрясений и их номера по каталогу
Инверсия направления движения в новейшее время.	Магнитуда
Внешние зоны предгорий	• < 2
 +0.4 - +0.6	• 2,1 - 3,0
 +0.2 - +0.4	• 3,1 - 4,0
 0.0 - +0.2	• 4,1 - 5,0
 0.0 - -0.2	• 5,1 - 6,0
 -0.2 - -0.4	
Интенсивность землетрясений в баллах MSK-64	Прочие разрывные нарушения
 8 баллов	—
 9 баллов	Границы зон с разной интенсивностью землетрясений
Крупные разломы и их номера	 —
■ ■	Границы
Номера разломов	— Граница района работ
1 - Анапский	— Государственная граница
2 - Новороссийский	— Береговая линия
3 - Геленджикский	
4 - Джубгинская поперечная зона	
5 - Гуапсинский	
6 - Циринский	
7 - Курджипский	
8 - Краснодарский	
9 - Пшехско-Адлерская поперечная зона	

К Адлер – Пшехской поперечной зоне можно отнести следующий ряд землетрясений:

- 1) Сочинское 4 декабря 1970 года, с $M=5,8$ и глубиной очага 7 км;
- 2) Сочинское 29 февраля 2000 года, с $M=3,8$ и глубиной очага 7 км;
- 3) Сочинское 30 октября 2000 года, с $M=3,7$ и глубиной очага 7 км.

Землетрясения произошли в море южнее Сочи. Событию 1970 года предшествовала сейсмическая активность на Восточном Кавказе. Зимнему 2000 года – активность на востоке Эгейского моря, а осеннему 2000 года также активность на Восточном Кавказе.

За рассмотренный период магнитуда землетрясений изменялась от 0,1 до 5,8 при медиане и моде равным 2,8. Центр тяжести выборки попадает в горную часть в 40 км севернее Сочи. Таким образом, самым опасным сейсмичным участком края является район города Сочи, здесь были отмечены и самые сильные из зарегистрированных по краю землетрясений, в частности Сочинские землетрясения 04.12.1970, 29.02.2000 и 30.10.2000 с магнитудой, соответственно, - 5,8; 3,8 и 3,7. [116]

Подводя итог вышеописанному, можно отметить, что распределение очагов землетрясений по Черноморскому побережью Краснодарского края не хаотично, а закономерно приурочено к известным тектоническим структурам, тяготея к узлам пересечения общекавказских тектонических структур с нормально к ним расположенными антикавказскими разрывами. Наиболее сейсмичными и, вследствие этого, опасными, являются узлы пересечения кавказских структур с Пшехско-Адлерской зоной, в первую очередь, и с

Туапсинской, во-вторую очередь. Характер перераспределения сближенных во времени землетрясений взаимосвязан с региональной ориентировкой главных нормальных напряжений и ориентирован вдоль горизонтальной субширотной оси растяжения и согласно общекавказскому северо-западному направлению.[116]

3.2. Определение ЭГП территории Сочинского полигона

Содержание раздела приведено по результатам сбора и обобщения фондовых материалов и результатам наблюдений, проведенных на Государственной сети Краснодарского края в 2000-2010 гг.

В соответствии с общепринятой методикой инженерно-геологического районирования в пределах описываемой территории выделяются регионы, области и районы (стратиграфо-генетические комплексы).

Инженерно-геологические регионы соответствуют наиболее крупным структурно-тектоническим подразделениям территории: II – Грузинскому (Закавказскому) срединному массиву; регион III – мегантиклинорию Большого Кавказа (Главного Кавказского хребта). Первый из указанных регионов на описываемой территории представлен Абхазской структурно-фациальной зоной. Мегантиклинорий Большого Кавказа здесь представлен своим южным крылом, в пределах которого выделяются крупные складчатые структуры геосинклинального типа – Гойтхский антиклинорий [11].

Инженерно-геологические области выделены в пределах регионов по геоморфологическим особенностям, отражающим генезис, неотектонические деформации и ярусность рельефа. В пределах участка работ выделено 3 области (II-X, III, Г) (Рис. 19).

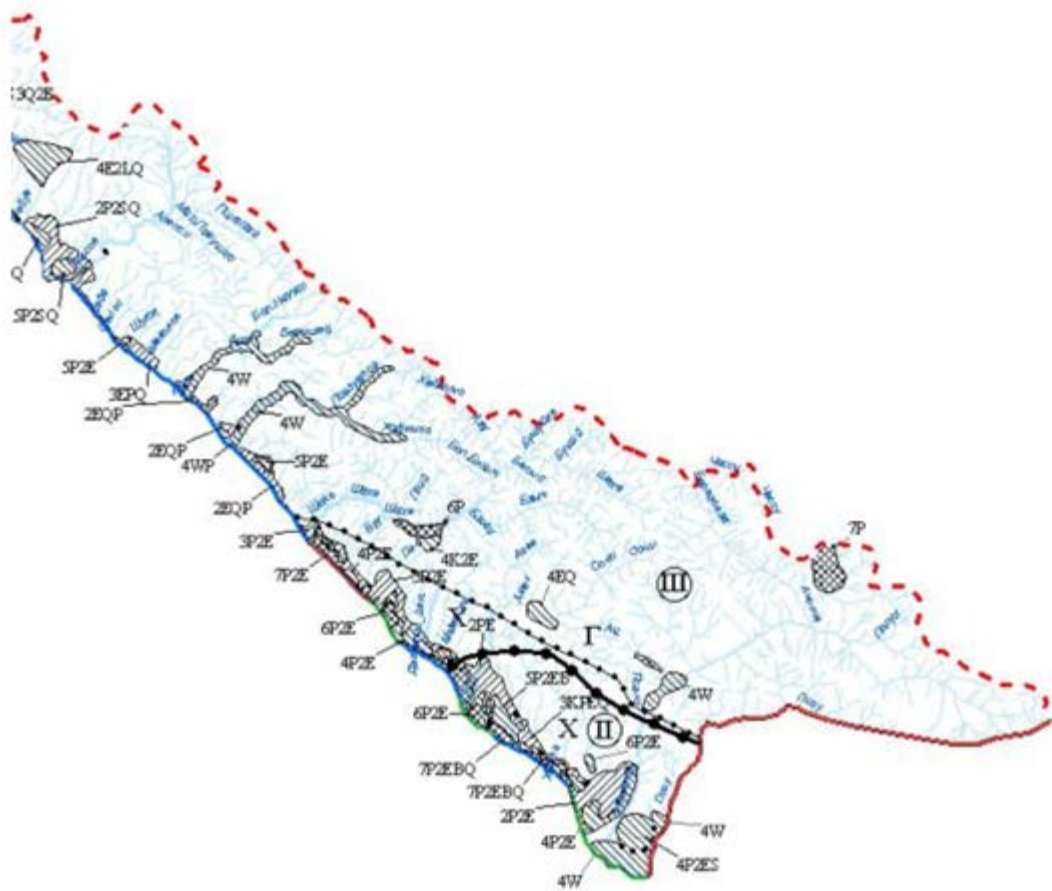
Всего на Черноморском побережье на момент обследования отмечено более 2 000 проявлений (точечных, линейных и площадных) ЭГП. Основное их количество (92%) приходится на III и II регионы. В пределах Грузинского срединного массива самая высокая встречаемость проявлений ЭГП (0,58), в том числе оползней (0,36) и эрозии (0,16) на единицу площади, $1/\text{км}^2$. В структуре ЭГП преобладают оползни (62%) (табл. 6).

В зоне мегантиклинория Б. Кавказа большое количество проявлений в среднегорной области, однако их встречаемость на 1 км^2 в два раза ниже, чем в низкогорной, что отражает более высокую ее хозяйственную освоенность.

Таблица 6. Структура ЭГП на Черноморском побережье

Процессы	Регионы и области	
	II X	III Г
Оползни*	62	30
Осыпи и обвалы	8	48
Овражная эрозия и плоскостной смыв	28	19
Подтопление, осушение, заболачивание	н.с.	н.с.
Прочие типы ЭГП	2	3

Примечание: * - учтены и те оползни, которые, возможно, были активными и до вмешательства человека, н.с.- нет сведений





Масштаб: 1:750 000

Рис. 19. Карта развития экзогенных геологических процессов на хозяйственно освоенных территориях Черноморского побережья (Составлена Резниковым Н.В. по материалам Измайлова Я.А., Гревцевой Л.М., Сидоренко Л.А.)




УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Инженерно-геологическое районирование

-  Граница регионов: II - Закавказский срединный массив,
 III - мегантиклинорий Большого Кавказа,
 IV - Причерноморская впадина
-  Граница областей: Г - горная с абсолютными отметками 300-2000 м,
 Х - холмистая с абсолютными отметками 100-300 м,
 Н - приморских низменностей, пересыпей и кос

Интенсивность развития экзогенных геологических процессов (ЭГП)

Категории пораженности ЭГП

-  Умеренно опасная (пораженность 10-30%)
 Опасная (пораженность 30-50%)
 Чрезвычайно опасная (пораженность 50-100%)




••••• Границы ассоциаций ЭГП

ЭРЭЭQ Код ведущих процессов ЭГП с указанием пораженности территории в п х 10 %, пораженность <10 % не отображена цифрой (Q)

Коды ЭГП

- | | | |
|-------------------|--------------------|--------------|
| W - подтопление | K - карст | S - сели |
| H - заболачивание | P - оползни | L - лавины |
| У - эрозия | Q - осыпи и обвалы | B - суффозия |

Пляжи и протекающие процессы

-  Размыв пляжа
 Накопление пляжа
 Сохранение объемов пляжа

В низкогорной области к тому же ведущим является оползневой процесс, а в среднегорной – осыпи и обвалы.

В структуре ЭГП Черноморского побережья наблюдается преобладание оползневых процессов (41%). Совместно с осыпными и эрозионными процессами они являются ведущими, сопутствующими хозяйственной деятельности. Однако при оценке роли техногенного фактора в развитии оползневого процесса надо учитывать то, что для данной территории, освоение которой началось еще в 1914 г., факты отсутствия или наличия оползней и особенно их динамического состояния до начала инженерной деятельности или не имелись, или не сохранились в архивах. Однако по мониторинговым наблюдениям при строительстве в последнее время отмечались многочисленные факты проявления или активизации экзогенных геологических процессов (строительство домов, дорог и других сооружений).

Для изучаемой территории характерно возрастание в юго-восточном направлении нарушенности геологической среды, как по относительным площадям, так и по интенсивности.

В целом сильная степень нарушенности геологической среды отмечается всего на 4% изучаемой территории. Основная ее площадь расположена в приморской части

междуречья Мзымта и протягивается полосой шириной 2-6 км вдоль побережья, охватывая территорию города Сочи. Наивысшая реакция геолсреды вызвана здесь преимущественно воздействием коммунально-промышленного, транспортного и гидротехнического комплексов (эрозия, оползни).

Территория со средней степенью нарушенности геологической среды занимает 9% площади исследований. Как и в предыдущем случае, максимальная их концентрация отмечается в междуречье Сочи-Псоу и в междуречье Шахе-Псахе. В отличие от участков с сильной нарушенностью, названные площади находятся преимущественно под воздействием агропромышленного НХК. Примерами средней степени нарушенности геологической среды могут служить земельные участки в междуречье Мзымта-Псоу, Шахе-Лоо. Значительные площади находятся также в долинах рек Шахе, Псеуапсе, Аше, Туапсе, Джубга, а также на побережье Черного моря в междуречье Агой-Джубга. В первом случае их существование обусловлено комплексным сельскохозяйственным, транспортным и коммунально-промышленным воздействием (эрозия и оползни), а во втором – преимущественно воздействием Черноморского шоссе (оползни).

Слабая степень нарушенности геологической среды отмечена уже на 19% территории и более или менее равномерно рассредоточена по регионам. В горных регионах (II и III) нарушенность вызвана преимущественно сельскохозяйственным (плоскостной смыв, овраги, боковая эрозия рек в зонах виноградников и садов).

Территория без существенной техногенной нарушенности составляет свыше 60% и охватывает, в основном, слабо освоенные площади горных лесов.

Таким образом, на основе всего вышеизложенного можно сделать вывод, что техногенный фактор играет существенную роль в возникновении и особенно активизации ЭГП. Наиболее существенное площадное воздействие на геологическую среду оказывает гражданское, промышленное, курортное строительство и линейное воздействие – транспортные магистрали и гидротехнические сооружения. Эти комплексы в большом объеме сосредоточены, в основном, в Центральном и Хостинском районах г. Сочи. Если учесть, что названные районы г. Сочи находятся в пределах самых неустойчивых СГК 19 и 20, и освоение их продолжается, можно сделать вполне определенный вывод, что геологическая среда центральной части г. Сочи находится в катастрофическом состоянии. Об этом говорят деформации многоэтажных капитальных строений и магистральных дорог от оползней. В последнее десятилетие количество оползней, на которых деформации усилились, постоянно и резко растет. Застраиваются сложные оползневые участки склонов, при этом не учитывается геодинамическая обстановка оползня. В результате новые здания начинают деформироваться еще в процессе строительства, а

старые – после подрезки нижележащих частей оползня. Однако, несмотря на резкое возрастание материального ущерба от освоения уже пересыщенных строениями сложных оползневых склонов и большие капитальные вложения на это освоение, новые строения практически без наличия генерального плана буквально «втискивают» в уже существующую и деформирующуюся застройку центральной части г. Сочи.

3.2. Характеристика ЭГП и их развитие на хозяйственно-освоенных территориях.

Главные особенности развития современных геологических процессов Черноморского побережья, их интенсивность и активность обуславливаются трансгрессией бассейна в условиях разнонаправленных современных движений земной коры.

Район Сочинского побережья

Обследовано около 100 сел, 25 долин рек, 500 км дорог федерального и местного значения.

Оползневые процессы в описываемом районе наиболее распространены. Площадная оползневая пораженность территории и интенсивность процессов четко возрастают с севера на юг.

Если в северо-западной части района в селах и приморских поселках отмечены единичные случаи проявления оползней или крипа, то юго-восточнее р. Шахе оползнями поражена большая часть территории (до 60-70% и даже 95%).

Сравнительно обширные оползни отмечены в левобережье долины Мамедова Щель по берегам р. Пезуапсе (села Кирова, Татьяновка, Алексеевка), в устье р. Годлих у с. Волконка и др. Здесь деформируются не только автодороги с удерживающими подпорными стенками, но и часть жилого фонда упомянутых населенных пунктов.

Опасны для населения оползни, развивающиеся в с. Головинка, активизация которых связана с паводками и эрозией рек Шахе и Матросское ущелье. В урочище Матросское ущелье при сильном размыве правого берега реки в августе 2002 г. сместился обширнейший глубокий оползень объемом 250 тыс. м³, запрудивший русло и долину реки до противоположного склона и разрушивший 2-этажный многоквартирный жилой дом, хозяйственные постройки, дорогу. До сих пор остается активным.

Опасная оползневая ситуация отмечена в поселке Головинка в приустьевой части левого склона р. Шахе. Объем оползней 500 тыс. м³. Основным фактором оползнеобразования является боковая эрозионная деятельность р. Шахе, которая способствует активизации этих оползней.

В междуречье Лоо – Уч-Дере в пределах пос. Лоо, сел. Горное Лоо и Верхнее Лоо имеется 28 крупных и средних оползней, из них около половины активных. Причиной активизации в основном являются повышенное количество выпадающих осадков, в

отдельных случаях – боковая эрозия рек и ручьев и искусственные подрезки оползневого склона. Деформируются отдельные частные жилые дома, дороги, трасса газопровода, магистральный водовод.

Оползнями поражено более 2/3 территории в междуречье Дагомыс-Псоу.

В 2003 г. центральная часть территории от п. Дагомыс до р. Мзымта обследовалась, хотя по косвенным данным можно отметить, что активность имеющихся здесь около 500 оползней составляла не менее 40%. Большинство оползней являются очень крупными – многоярусными и многоблоковыми, постоянно движущимися.

Объемы оползней глубокого заложения исчисляются сотнями тысяч кубических метров. Техногенный прессинг в совокупности с влиянием природной среды служат причинами формирования и почти постоянной активности оползней, приводящей к деформациям большинства сооружений капитальных и легкого типа.

Детальное обследование выполнено на площади 5 км² в масштабе 1:10000 между реками Агура и Хоста. На этой площади обследовано 45 оползней, активными из них были 22. Характер смещения, в основном, очаговый; площади активных частей оползней равны 20-30 тыс. м² и менее. Отдельные крупные оползни глубокого смещения активизировались на площади от 100 до 300 тыс. м². Мощности глубоких оползней достигают 6-8 м, поверхностных – 2-3 м.

Активными оползнями деформируются капитальные жилые дома, санаторные корпуса и частные домовладения.

В период обследования отмечены деформации дорог федерального и местного значения, связанные с активностью оползней.

Федеральная трасса повреждена оползневыми трещинами и прогибами в районе многих сел (порядка 16). Общая длина активно деформированных участков 1,6 км.

В междуречье Мзымта-Псоу наиболее активны оползневые процессы в таких селах как Блиново, Веселое, Н. Шиловка, Черешня. Процент активных оползней в 2003 году достиг 45%.

Значительным деформациям подвергается ведомственная дорога, связывающая села Примерное и Ермоловку. На первом километре этой дороги прослеживаются три оползневых потенциально опасных участка, которые при неблагоприятном сочетании гидрогеологических и метеорологических условий могут угрожать дороге.

Аналогичная ситуация сложилась на участке ведомственной дороги, соединяющей села Черешня и Социализм. Постоянно деформируется участок длиной 200 м по ул. Сормовской. Размеры оползня 400x200 м с глубиной захвата 7-9 м. Обширный и глубокий оползень развивается на балочном склоне в районе ул. Гомельской в с.

Социализм. Наиболее подвижная правобортовая часть оползня. Поверхность его пологая, бугристая, трещиноватая. В верхней головной части оползня наблюдается постоянная просадка полотна дороги по ул. Гомельской на протяжении 120-150 м.

Линейная эрозия, в основном, развита в руслах всех рек области. Активизируется в периоды паводков, вызванных резким изменением гидрологического режима рек.

В районе наиболее интенсивно процессы боковой эрозии развиваются по рекам Макопсе, Аше, Шахе, Псезуапсе, Куапсе, Цусхвандж, Горлик, Якорная щель, Буу, Хобза, Лоо, Дагомыс, Псахе, Сочи, Хоста, Мзымта, Псоу. Общая протяженность поврежденных в 2003 г. берегов около 8 км.

При размыве левого берега рекой Макопсе сложилась очень опасная ситуация для жителей с. Дубровка. Бровка эрозионного уступа высотой 10-12 м находится на расстоянии 15 м от 4 домов села, сорваны хозяйственные постройки, большая часть приусадебных участков. Обрушение уступа происходит крупными блоками и с большой скоростью (2-3 м/год). Разрушен мост из села на трассу.

В результате эрозии берегов подмываются и разрушаются устои автодорожных и пешеходных мостов (мосты в селах Алексеевка, Кирова по р. Псезуапсе, в с. Мамедова Щель по р. Куапсе, В. Буу по р. Буу, пос. Лоо по р. Лоо и др.), разрушается верх защитной бетонной опояски по правому борту р. Псезуапсе (ниже водозабора) и низ опояски по р. Киет. Многочисленные мелкие эрозионные врезы вдоль автодорог при сильных ливнях служат источниками грязекаменных потоков, заливающих отдельные участки дорог (а местами и размывающие их). В более обширных устьях эрозионно-оползневых ложбин, где чаще всего и строятся жилые поселки (Щели Глубокая, Яблонева и Овсянникова на р. Псезуапсе и др.) такие грязекаменные потоки представляют серьезную угрозу не только жилым постройкам, но в отдельных ситуациях – жизни людей.

Размыв и обрушение высоких берегов рек приводят к повреждению и срывам дорог, проложенных по бортам эрозионных уступов: вдоль рек Макопсе, Наджэиги, Аше, Шахе, Псезуапсе, Дагомыс, Псахе, Сочи, Мзымта.

Общая протяженность поврежденных частей дорог около 0,4 км.

Следует подчеркнуть, что с эрозией склонов и подмывом берегов рек чаще всего связаны и активизация оползневых процессов, поэтому своевременная защита склонов от эрозии (особенно в населенных пунктах) крайне необходима.

Обвально-осыпные процессы протекают повсеместно на обнаженных участках склонов, в высоких подрезках откосов дорог, оползневых и эрозионных уступах.

При реконструкции и расширении дорог, проложенных по скальным участкам склонов, происходит интенсивное выветривание и обрушение каменно-глыбового материала на полотно обочины, создающее опасность для автотранспорта (дороги к селам Хатлапе, Уч-Дере, Головинка, М и Б. Кичмай, Солох-Аул. Калиновое Озеро, Каштаны, Прогресс и др.). Местами полностью заваливаются придорожные кюветы, обочины и часть полотна дорог.

Подтопление и затопление не имеют обширного развития в регионе, т.к. большинство сел расположены на склонах долин или высоких надпойменных террасах рек.[1]

Селевые процессы в районе Сочинского побережья развиты преимущественно в высокогорной и среднегорной его частях, которые в 2003г. не обследовались. Использовались материалы ранее проведенных обследований. Наиболее активно селевые процессы были проявлены в 2002 г.

На Кепшенском участке, расположенном в долине р. Кепша от места слияния с р. Мзымта до удаления 12,5 км вверх по ее течению, в январе 2002г. произошел катастрофический сход селя. Формированию значительных масс селеобразующего материала в виде переувлажненных и разжиженных глин способствовал крупный оползень в верховье долины р. Кепша и ее притоков площадью 103,2 тыс. м². Оползевым смещением была захвачена часть водораздельного гребня, поросшего лесом. Смещение стволов деревьев вместе с оползевым, а затем и селевым потоками, послужило причиной создания заторов ниже по течению реки. Площадь оползневого очага 103,2 тыс. м². Объем сместившихся пород 4,6 млн. м³ и средней мощностью захвата смещающихся пород до 45 м.

Активная разгрузка языковой части оползневого тела в период интенсивного выпадения атмосферных осадков спровоцировала образование и сход селевого потока катастрофического характера (Рис. 20).



Рис. 20. След, оставленный селевым потоком

Только благодаря образованию мощных заторо на высоту до 8-12 м, из смещавшихся потоков стволов деревьев в сужениях долины и теснинах, сход селевого потока приостановился в 1,5 км от поселка Кепша. (Рис. 21).

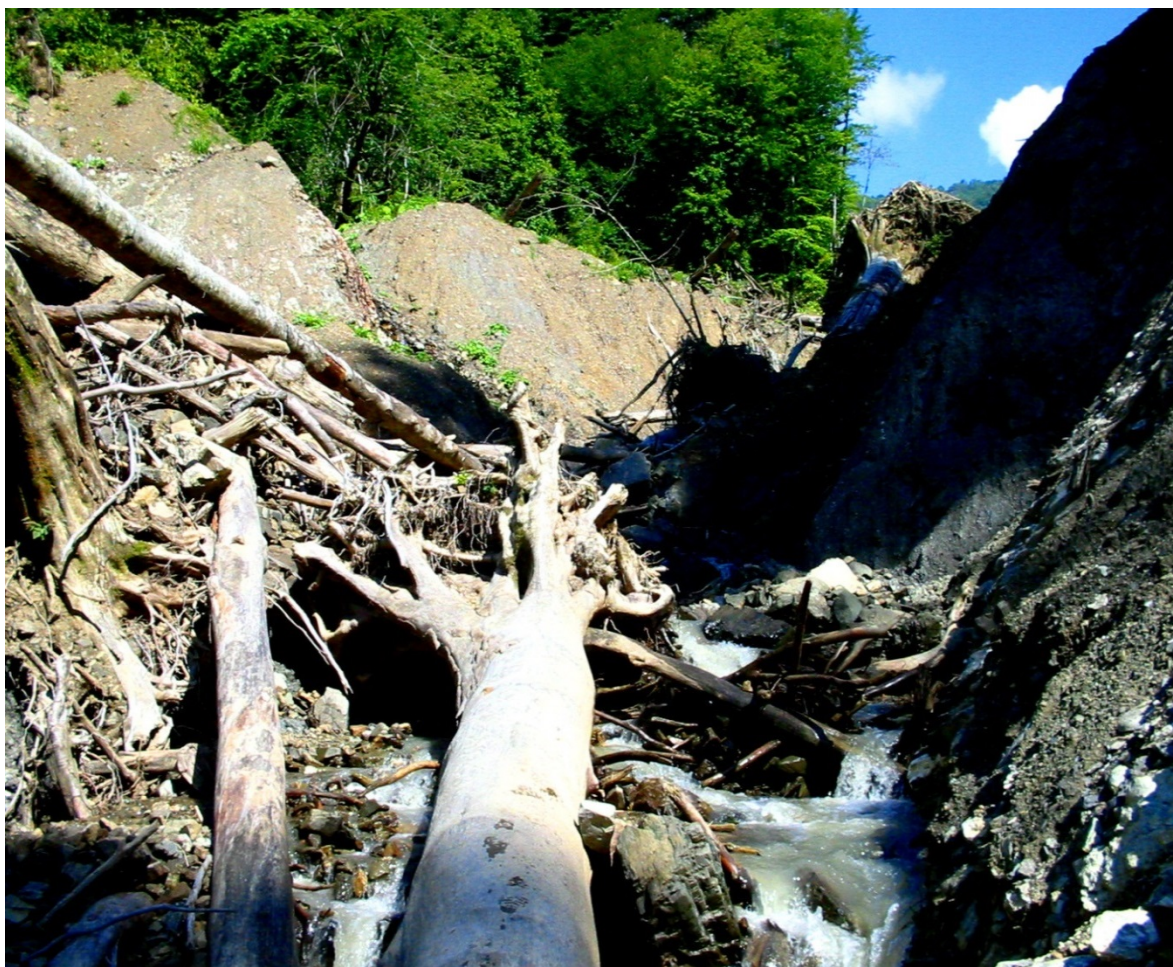


Рис. 21. Заторы деревьев, приостанавливающие селевой поток

Это время сняло реальную угрозу строениям поселка, расположенным на высокой пойме с превышением 3-8 м над поверхностью водотока. Сформировался ступенчатый продольный профиль долины реки с огромными запасами селеобразующего материала в виде переувлажненных глин и обломков коренных пород. Необходимо отметить, что в более ранние периоды по долине р. Кепша сходили селевые потоки, приведшие, в частности, к полному разрушению строений и прудов форелевого хозяйства, располагавшегося до 1980 г. в долине реки в 1 км выше поселка.

В результате обработки материала, полученного по проведенным работам, Администрации г. Сочи и Адлерского района даны рекомендации по первоочередным мероприятиям, резко снижающим вероятность затопления и разрушения жилых и производственных строений пос. Кепша. Рекомендации оперативно использованы при принятии экстренных мер.



Рис. 22. Последствия схода сели на притоке реки

Абразионно-аккумулятивные процессы линейного развития ЭГП изучались на «Адлерском» и «Ашейском» участках курортной зоны, площадью 4,7 км², вливающей на состояние и объемы пляжеобразующих материалов выноса твердого стока рек Мзымта-Псоу и Аше. Участки характеризуются, в основном, приглубыми подводными склонами в прибрежной части.

За период 2002-2003 г.г. на пляжах преобладали процессы размыва и сокращения их ширины, в среднем на 1-4 м. Продолжается размыв пляжей на правом, северо-западном крыле бухты, в приустьевой части р. Мзымта. Протяженность береговой линии участка с интенсивным абразионным воздействием составляет 800 м. Темпы волновой абразии несколько снизились по сравнению с предыдущим периодом, сокращение ширины пляжа составило здесь 2-7 м (для сравнения в период 2001-2002 г.г. эти значения составляли 6-18 м). На левом, юго-восточном крыле бухты, где в 2002 г. на протяжении 400 м от устья р. Псоу зафиксировано сокращение пляжа на 8-22 м, при проведении работ 2003 г. также отмечено снижение этих показателей до значения 3-7 м за год. Слабый размыв пляжей, с сокращением его ширины на 3-4 м, отмечен и на Ашейском участке. Таким образом,

сохранилась тенденция направленности процесса с несколько сниженными темпами волновой абразии пляжей.

Прогноз развития абразионные процессов, основанный на результатах анализа полученной за период 2000-2003 г.г. информации по мониторингу ЭГП на этих участках, предполагает в случае активизации штормовой активности моря резкое сокращение ширины пляжа на левобережье устья р. Мзымта, образование сквозных проранов в теле дамбы, защищающей автодорогу; затопление во время сильных штормов лежащей за дамбой поверхности с постройками и сельхозугодьями.

Таким образом, активность ЭГП за период обследования района Сочинского побережья была умеренной. Наиболее распространены оползневые и эрозионные процессы как по количеству, так и по площади, чем другие ЭГП. Причем они отмечаются более высокой степенью активности.

Краснополянский район.

Из неблагоприятных ЭГП, установленных в районе, продолжают активизироваться оползневые процессы, эрозия склонов и речная эрозия (берега р.р. Мзымта, Бешенка и др.) и обвально-осыпные процессы.

Оползневые процессы

В 2003 г. они изучались, в основном, на участке пос. Красная Поляна. Оползневые смещения грунтов занимают площадь около 927 тыс. м² (14 оползней), из них площадь активных очагов составила около 182 тыс. м² (или 19,6%). Большею частью оползни поверхностные, где мощности смещающихся грунтов не превышают 3-5 м. Приурочены они, в основном, к эрозионным балкам и оврагам, а также к искусственным подрезкам склонов при строительстве. [76-78]

По типу смещения оползни консистентные, реже – блоковые срывы глин с захватом кровли коренных сланцев. Активизация оползневых процессов происходит, в основном, с замачиванием грунтов атмосферными осадками и грунтовыми водами на площадях с незначительной крутизной склонов – от 15-20⁰ до 60-70⁰. Базисами смещения оползней служат естественные (талвеги оврагов, выположенные участки склонов) и искусственные (подрезки склонов, выемки грунтов и пр.) понижения в рельефе (Рис 23).



Рис. 23. Понижения в рельефе

Постоянно деформируется асфальтное покрытие автодороги к Императорскому домику и турбазе МО «Красная Поляна» (особенно вблизи бывшей дачи Гречко). С 2002 г. появился небольшой (10x80 м) оползневой очаг в северо-восточной части турбазы «Горячий воздух», выше газопровода. Базисом его смещения служит старая грунтовая дорога, вдоль которой проходит газопровод.

В целом активность оползневых процессов в пределах Краснополянской морфоструктурной области в 2003 году была умеренной, близкой к среднемуголетнему уровню.

Эрозионные процессы

Наиболее активно эрозионные процессы протекают по балкам Дворцовой и Мельничной, вдоль оврагов выше турбазы «Горячий воздух», а также по крутопадающим эрозионно-оползневым ложбинам вверх по склону от турбазы МО «Красная Поляна». В периоды ливневых дождей здесь возникают грязе-каменные потоки (сели) с интенсивным размывом бортов (боковая эрозия) и образованием новых оползневых очагов. В этом отношении наиболее опасна долина ручья Дворцового, имеющая V-образное поперечное сечение с крутыми (до 60-70°) бортами. В устье ручья ведется активное строительство малоэтажных жилых построек. На остальной территории эрозионная сеть развита слабо,

водотоки вдоль ложбин незначительны и появляются лишь в дождливый период и весной при таянии снега.[76-78]

Особо следует отметить опасность размыва правого берега р. Мзымта в периоды значительного поднятия уровня воды в ней (паводки, смерчи и пр.). Здесь береговой уступ высотой до 15-18 м, хотя и сложен сравнительно устойчивым щебнисто-глыбовым материалом, но при подмыве основания уступа может возникнуть реальная угроза обрушения проходящей рядом с уступом асфальтовой дороги на пос. Эсто-Садок.

Обследованы полотно и низовой откос автомобильной дороги на протяжении 12,5 км от Кепшинского тоннеля вверх против течения р.Мзымта.

В низовом откосе дороги установлены две площадки активной боковой эрозии. Одна из них в 830 м от моста через р. Кепша, выше по течению р. Мзымта, имеет протяженность 35 м.

Вторая площадка находится в 1 600 м от моста через р. Кепша выше по течению р. Мзымта, и имеет протяженность 110 м.

Существует реальная угроза подмыва дорожного полотна и бетонных столбов-опор ЛЭП.

На вышеописанных площадках необходимо срочное проведение берегоукрепительных работ.

Обвально-осыпные процессы

Они протекают, в основном, на крутопадающих участках склона, в искусственных подрезках вдоль дорог на открытых скальных участках. Наблюдались и исследовались эти процессы на 2-х участках.

Образующиеся вдоль подошвы естественных откосов и искусственных подрезок дорог и других коммуникаций небольшие осыпи дресвяно-щебнистого материала легко смываются во время ливней.[37]

Отмеченные на территории скопления крупного глыбового материала (курумы 1, 2, 3) подвергаются довольно значительному физическому выветриванию.

Обследованы полотно автомобильной трассы и верховые откосы на протяжении 12,5 км.

В верховом откосе выявлено три активных обвально-осыпных участка. Первый находится в 430 м от моста через р. Чвежипсе, выше по течению р. Мзымта и имеет протяженность 270 м.

Второй участок расположен в 7 470 м от моста через р. Чвежипсе и имеет длину 760 м.

Третий участок протяженностью 200 м расположен в 9 400 м выше моста через р. Чвежипсе. Высота обнаженной части верхового откоса от 15 до 7 м.

Осыпные шлейфы частично перекрывают полотно автодороги, что представляет угрозу движущемуся автотранспорту и требует проведения регулярных расчисток смещенного материала.

Основными факторами активизации ЭГП являются природные факторы, среди которых преобладает периодическое увлажнение осадками, грунтовыми водами и подсечками склонов линейной эрозией. Не ведущую, но довольно весомую роль играют техногенные факторы, особенно подрезка склонов. Большая часть оползней связана с избыточным переувлажнением. Выпадение атмосферных осадков и повышение уровня грунтовых вод способствуют увеличению влажности пород склона. В зависимости от условий увлажнения физико-химические и физико-механические свойства грунтов изменяются по сезонам года и в значительных пределах.

Таким образом, изученный материал сводных данных мониторинга Центра ГМСН ФГУГП «Гидроспецгеология» дает возможность отбора и составления перечня ЭГП изучаемой территории, а также картирования участков подвергающихся воздействию того или иного ЭГП. [76-78]

3.3 Анализ современных ЭГП территории Сочинского полигона

Обработанные материалы многолетнего мониторинга ЭГП дают информацию о наиболее распространенных факторах образования и активизации процессов, характерных для данной территории, что немаловажно для определения участков, на которых возможно образование и активизация ЭГП.

При реализации методики определения интегрального риска воздействия ЭГП необходимо сформировать перечень ЭГП, проявленных на данной территории. При отборе ЭГП, характерных для территории исследования, были использованы технические отчеты по инженерным изысканиям на территориях горно-климатического курорта Красная поляна, Нижнешиловского округа, Имеритинской низменности, районов рек Мзымта-Псоу, Детляжка, Якорная Щель, инженерному обследованию прилегающей местности района совмещённой (автомобильной и железной) дороги «Адлер - горноклиматический курорт «Альпика-Сервис», а также отчеты по обоснованию территориального планирования территории исследования.

При определении характерных ЭГП были учтены региональные закономерности распространения, описанные ранее в настоящей работе, и использована карта инженерно-геологических районов. По данным районирования [12] для данного района характерны проявления обвально-осыпных, оползневых, селевых и карстовых процессов. На прибрежной территории развивается абразионная деятельность Черного моря. Согласно данным мониторинга опасных ЭГП, [76-78] для данной территории свойственно проявление оползневых, селевых, абразионных, обвально-осыпных, лавинных, карстовых процессов. Также по материалам сводок о проявлении ЭГП были отобраны процессы подтопления территории и комплекс эрозионных процессов. При анализе доступных материалов детального обследования территорий междуречья Мзымта-Псоу, Краснополянского округа, территории г.Сочи было подтверждено наличие ранее отобранных ЭГП.

Итогом анализа ЭГП, характерных для территории исследования, стало построение перечня ЭГП:

- Оползневой процесс;
- Селевой процесс;
- Процессы затопления и подтопления;
- Абразионные процессы;
- Обвально-осыпные процессы;

- Процессы речной эрозии;
- Карстовые процессы;
- Лавинные процессы.

Согласно определенной методике оценки интегрального риска после составления перечня ЭПП необходимо построение картографического материала, определяющего площадной показатель.

3.4 Построение картографического материала

Основой для построения картографического материала служит информация двух видов: графическая (позиционирование объектов системе координат) и атрибутивная (свойства объекта). Применительно к целям картирования территорий представляющих опасность проявления ЭГП графическая информация может быть получена как методом полевого картирования, так и по средствам обработки результатов аэрокосмической съёмки. Данные дистанционного зондирования (ДЗЗ) зачастую служат для подтверждения и уточнения информации полученной при полевой съемке[3]. Также ДЗЗ могут быть использованы при систематизации и оптимизации однородной информации полученной из разных источников. Для настоящего исследования были использованы комбинированные многоспектральные монохромные и панхроматические космические снимки высокого разрешения, представленные на рисунках 24-28, а также картографический материал ГИС Атласа карт Сочинского полигона ФГУГП «Гидроспецгеология».

Основным принципом при построении картографического материала является определение площадных территорий, на которых существует некоторый риск проявления ЭГП. В соответствии с данным принципом на картах опасности каждого процесса были отображены территории трех типов:

- Участки, на которых присутствуют факторы и условия, обуславливающие возникновение ЭГП;
- Участки, на которых были зафиксированы проявления ЭГП;
- Участки, на которых не было зафиксировано проявлений и не факторов и условий для возникновения ЭГП.

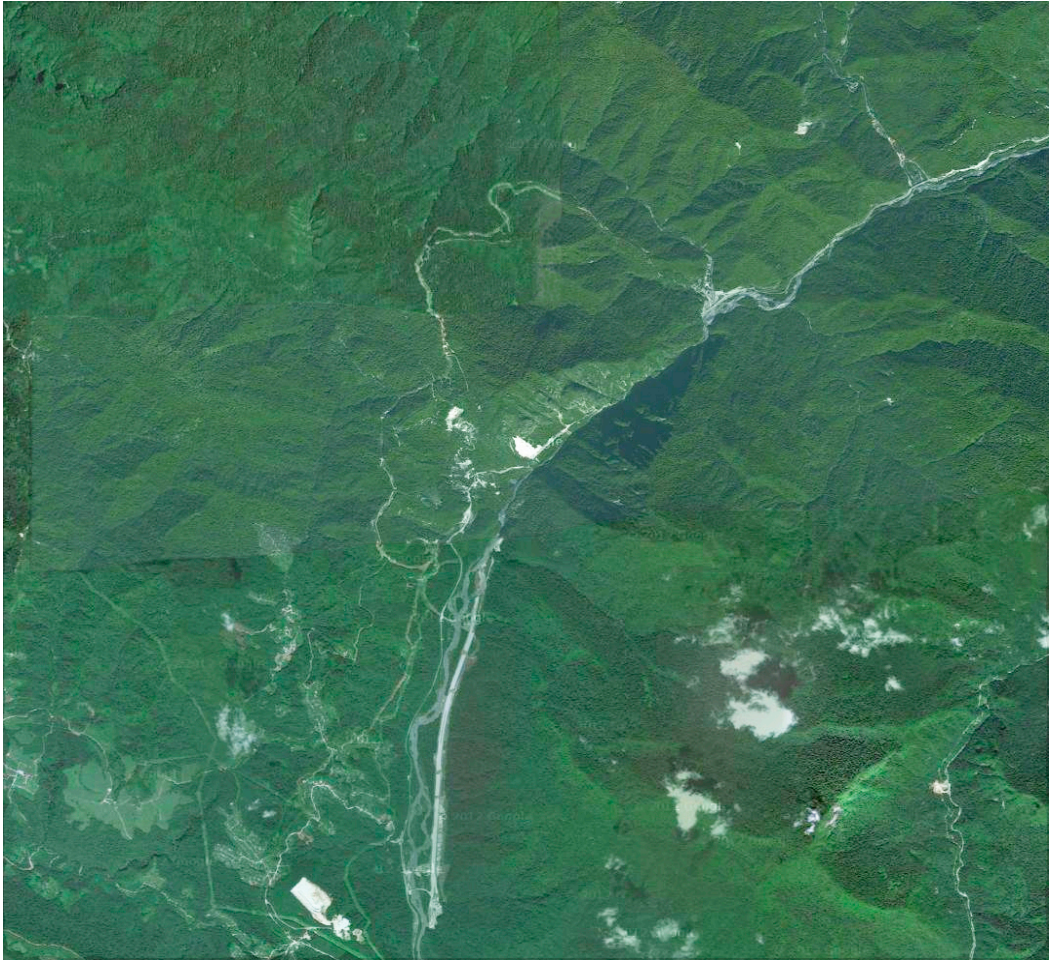


Рис. 24 Космоснимок высокого разрешения участка Сочинского полигона

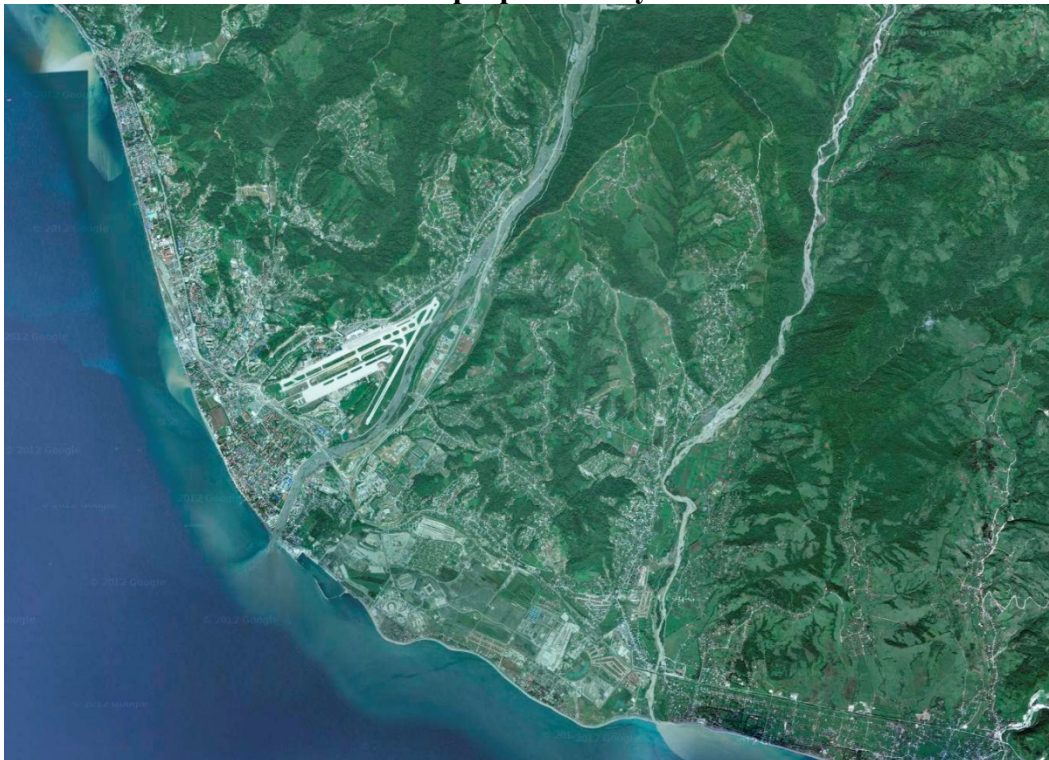


Рис. 25 Космоснимок высокого разрешения участка Сочинского полигона



Рис. 26 Космоснимок высокого разрешения участка Сочинского полигона



Рис. 27 Космоснимок высокого разрешения участка Сочинского полигона



Рис. 28 Космоснимок высокого разрешения участка Сочинского полигона

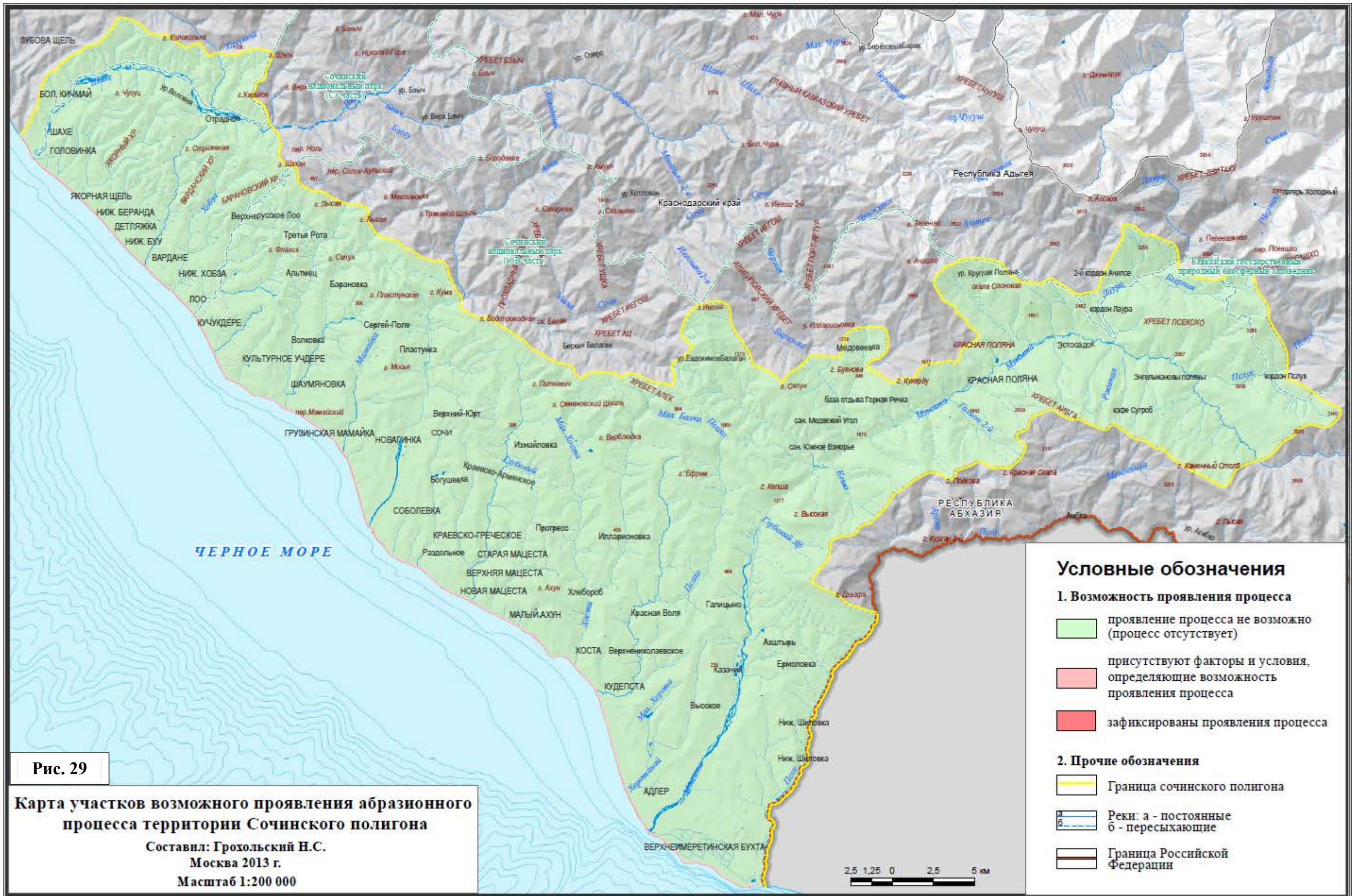
Для определения территорий с наличием активных процессов и территорий, на которых когда-либо были зафиксированы процессы, использовались данные мониторинговых наблюдений Центра государственного мониторинга состояния недр на территории Российской Федерации, информационные сводки о проявлениях ЭГП на территории Краснодарского края, а также технические отчеты по проведению инженерно-геологических изысканий на территории Сочинского полигона [114-121].

Для картографирования зон с наличием факторов и условий обуславливающих формирование ЭГП по материалам отчетов о состоянии недр на территории Южного Федерального округа были отобраны ЭГП, характерные для данной территории.

Таким образом, после определения характерных ЭГП необходимо задать пространственные границы зон, в пределах которых выявлено присутствие определенного процесса. С помощью программного комплекса ArcGis 10.1 проведены операции суммирования полигональных объектов, определяющих пространственное распространение условий и факторов обуславливающих проявление того или иного экзогенного геологического процесса. На построенных картах (рис. 29-35) были выделены 3 класса участков:

- Участки, на которых присутствуют факторы и условия, обуславливающие возникновение ЭГП;
- Участки, на которых были зафиксированы проявления ЭГП;
- Участки, на которых не было зафиксировано проявлений и не факторов и условий для возникновения ЭГП.

Для проведения дальнейшей оценки интегрального риска ЭГП необходимо произвести разделение территории Сочинского полигона на ячейки, наиболее репрезентативным размером, в масштабе картографического материала 1:200 000 является ячейка 100x100 м. Разделение на элементарные ячейки произведено при помощи программного комплекса ArcGis 10.1. При делении изучаемой площади были образованы растровые изображения, пространственно и геометрически совпадающие с изучаемой площадью. Пиксели данного растрового изображения были созданы размером 100x100 м, соответствующие условным ячейкам.



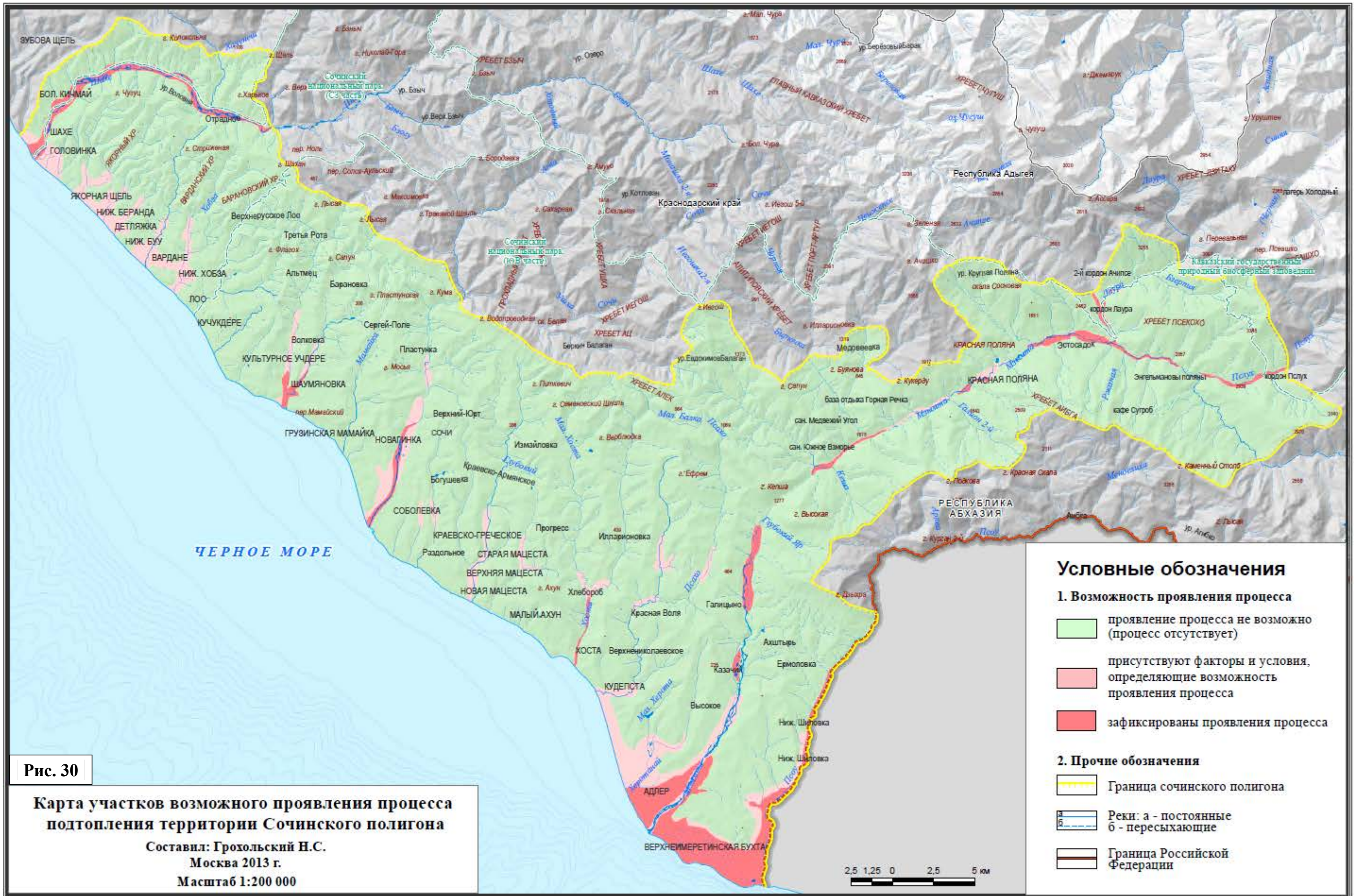


Рис. 30

Карта участков возможного проявления процесса подтопления территории Сочинского полигона

Составил: Грохольский Н.С.
Москва 2013 г.
Масштаб 1:200 000



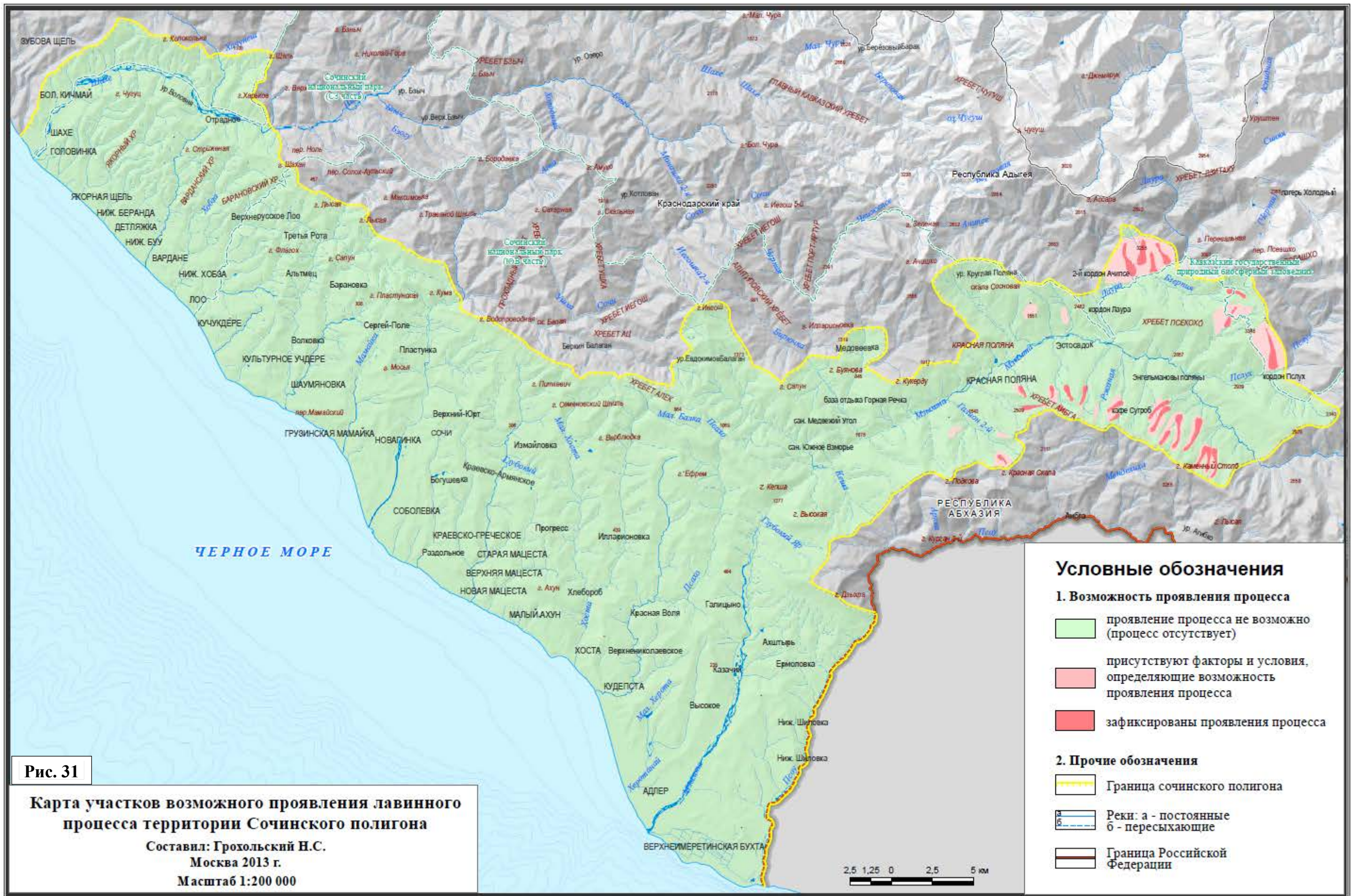
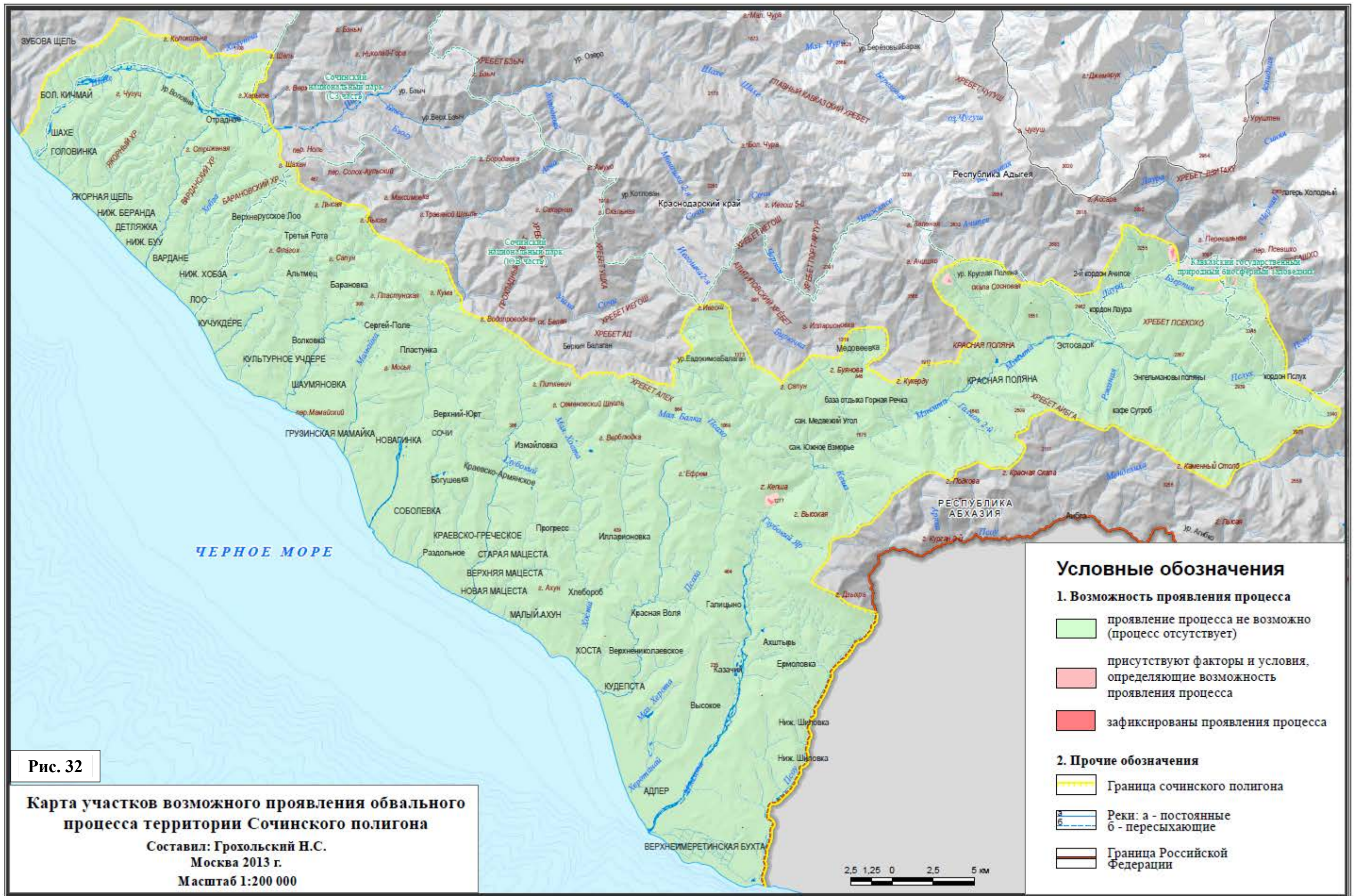


Рис. 31

Карта участков возможного проявления лавинного процесса территории Сочинского полигона

Составил: Грохольский Н.С.
Москва 2013 г.
Масштаб 1:200 000



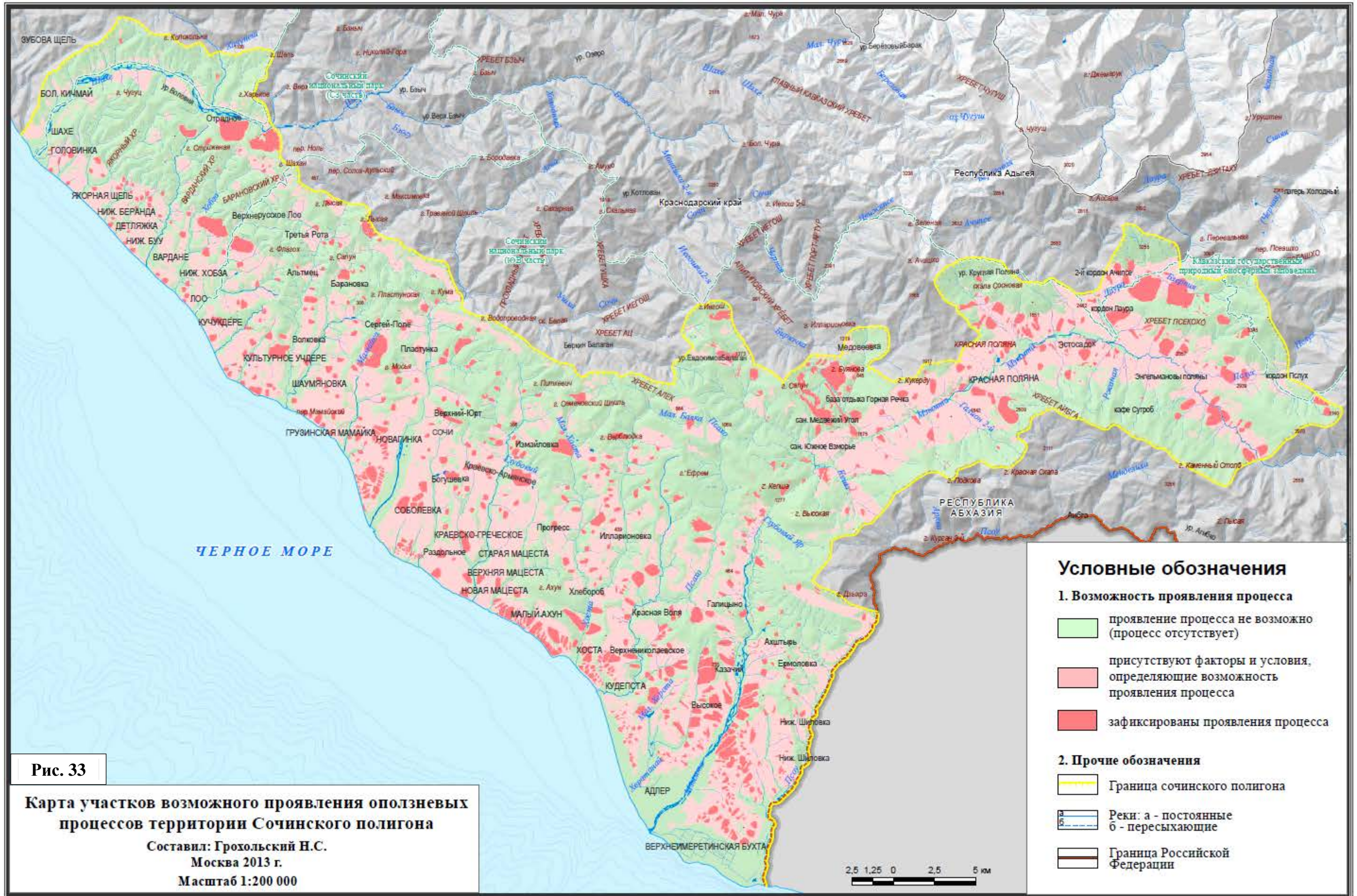


Рис. 33

Карта участков возможного проявления оползневых процессов территории Сочинского полигона

Составил: Грохольский Н.С.
Москва 2013 г.
Масштаб 1:200 000

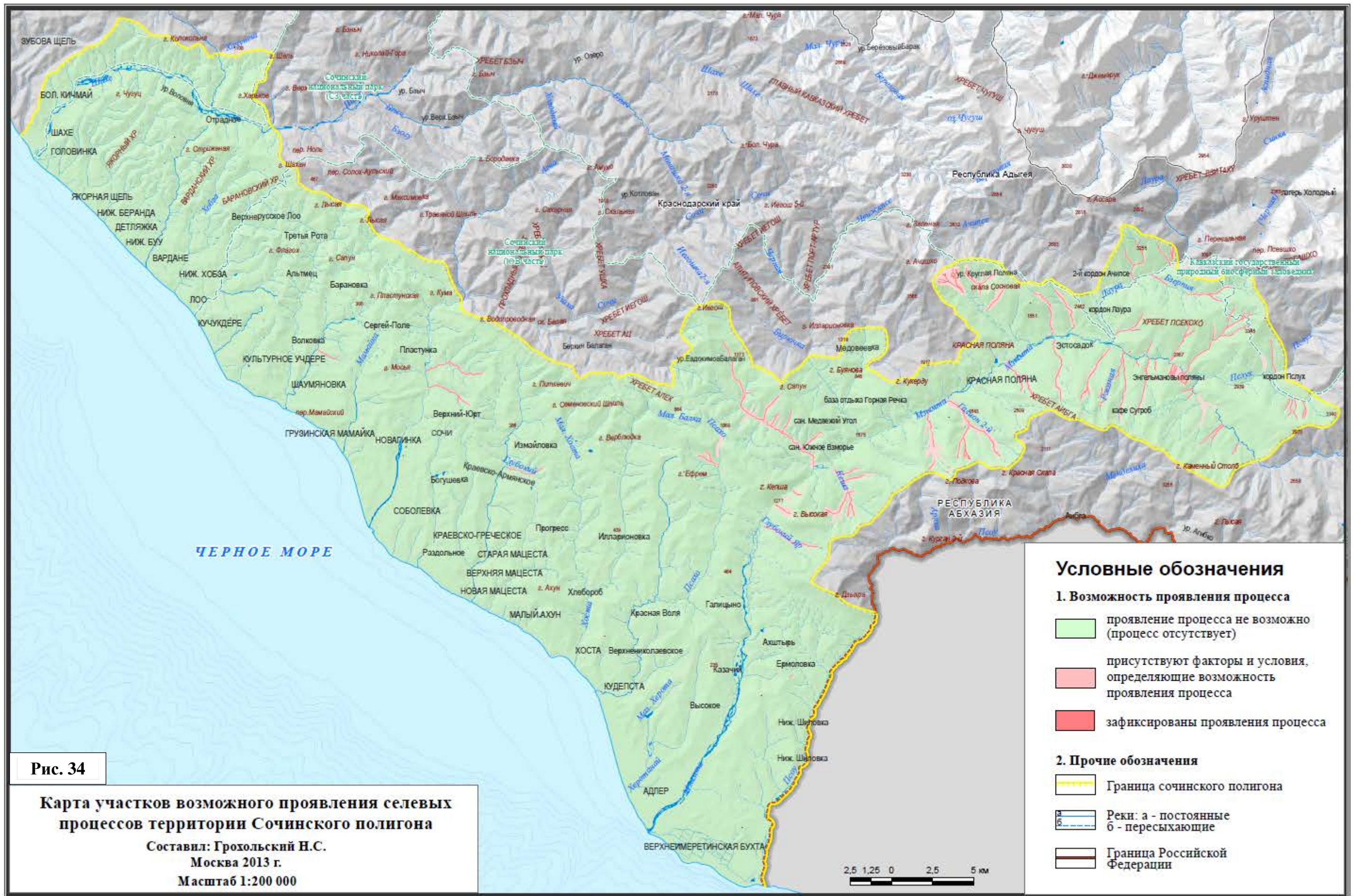
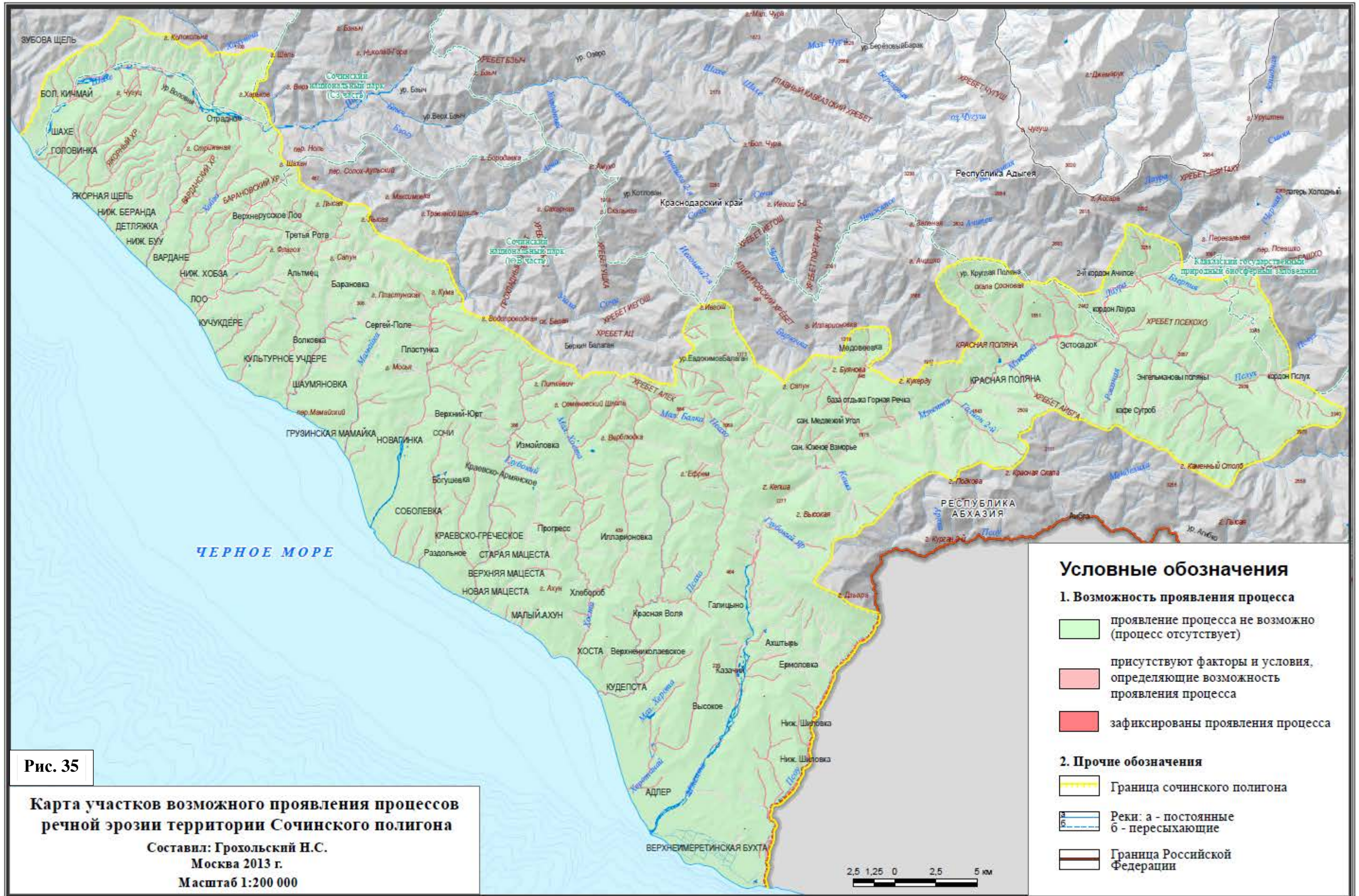


Рис. 34

Карта участков возможного проявления селевых процессов территории Сочинского полигона

Составил: Грохольский Н.С.
Москва 2013 г.
Масштаб 1:200 000



3.5 Экономическая оценка стоимости защитных мероприятий

Для оценки экономического критерия интегрального риска ЭГП была проанализирована информация о закупочной стоимости услуг по обеспечению защитных мероприятий на территории Сочинского полигона по материалам закупок ГК «Олимпстрой», размещенным в открытом источнике сети интернет.

Информация о проведении торгов согласно положению о закупках ГК «Олимпстрой» включает распределение начальной (максимальной) цены предмета договора.

Для проведения исследования были отобраны материалы состоявшихся торгов с определенным победителем, для расчета актуальной стоимости защитных мероприятий.

Основным преимуществом метода расчёта стоимости по материалам конкурсных отборов является адекватность и актуальность стоимости проведения работ на момент проведения торгов. Распределение начальной (максимальной) стоимости договора, как правило, включает комплекс работ, в том числе проектные, строительные работы и стоимость строительных материалов.

Для определения стоимости защитных мероприятий на территории Сочинского полигона были проанализированы закупки услуг инженерной защиты:

- № 76-СМР/А «Мероприятия по защите от возможного затопления площадки № 1 «Жилой квартал по ул. Тепличной в с. Раздольное Хостинского района г. Сочи» объекта, предусмотренного пунктом 2071 Программы строительства (проектные и изыскательские работы, строительство, реконструкция)»;

- № 75-СМР/А «Инженерная защита территории Имеретинской низменности (включая проектно-изыскательские работы). 2 этап. Берегоукрепление». Корректировка» (устройство волноотбойной стенки ступенчатого типа на участке ПК37 – ПК52)»;

- № 71-СМР/КП/П «Комплексная инженерная защита объектов горного кластера от опасных природных явлений (селей, оползней), в том числе техногенного характера (проектные и изыскательские работы, строительство)». Этап 1: «Организация системы сбора и отведения поверхностного стока на склоне хребта Аибга в районе плато «Роза – Хутор», а также мероприятия инженерной защиты в руслах ПС1-ПС14 (проектные и изыскательские работы, строительство)»;

- № 68-СМР/А/П «Инженерная защита территории Имеретинской низменности» Этап 2. Берегоукрепление. Корректировка (на участке ПК15-ПК25)»;

- № 65-СМР/А «Набережная, включая благоустройство, вдоль полосы берегоукрепления Имеретинской низменности (проектные и изыскательские работы, строительство)»;

- № 50-СМР/А «Комплекс сооружений по селевой защите подстанции 110 кВ «Роза Хутор» (проектные и изыскательские работы, строительство)»;

- № 38-СМР «Инженерная защита территории Имеретинской низменности, включая берегоукрепление (проектные и изыскательские работы, строительство), 3-й этап «Инженерная защита, вертикальная планировка, дождевая канализация Имеретинской низменности»

На основе полученной информации о распределении начальной (максимальной) стоимости защитных мероприятий была составлена таблица соотношения стоимости защитных мероприятий по видам ЭГП (табл. 7).

Исходя из средней расчётной стоимости защитных сооружений и площади работ, была оценена стоимость защитных мероприятий для элементарной ячейки размерами 100x100 м.

Таблица 7. Распределение максимальной стоимости защитных мероприятий по видам ЭГП

Тип ЭГП	Стоимость договора для данной территории, тыс.руб	Площадь объекта по договору, м²	Стоимость работ в ячейке 100x100 м, тыс. руб
Оползневые процессы	117 531,58	15 000	78 354,38667
Селевые процессы	371 919,52	70 000	54 892,51778
Процессы затопления и подтопления	290 420,47	73 872	39 314,01207
Абразионные процессы	618 389,05	36 635	182 601,8123
Обвально-осыпные процессы	267 004,85	132 000	20 227,6403
Речная эрозия	34 640,85	75 000	4 618,780267
Лавинные процессы	280 560,89	65 000	43 163,21385

Оценка стоимости защитных мероприятий от проявлений карстовых процессов не проводилась в связи с выбранным масштабом исследования. Оценку стоимости защитных мероприятий от проявления карстовых процессов необходимо проводить с известными

параметрами проектируемого сооружения для определения поправочных коэффициентов стоимости строительства сооружений в районах, подверженных проявлениям карстовых процессов.

После определения средней стоимости защитных мероприятий необходимо провести балльную оценку стоимости каждого процесса в отдельности (табл. 8), которую можно описать формулой 1.

$$(1) \quad X_a = \frac{\sum_a^n S}{b} \times S_a$$

где $[X_a]$ – балльный коэффициент процесса $[a]$, $[\sum_a^n S]$ – суммарная стоимость всех защитных мероприятий $[n]$ процессов, $[S_a]$ – стоимость защитных мероприятий процесса $[a]$, $[b]$ – максимальное количество баллов.

Таблица 8. Расчет балльного коэффициента

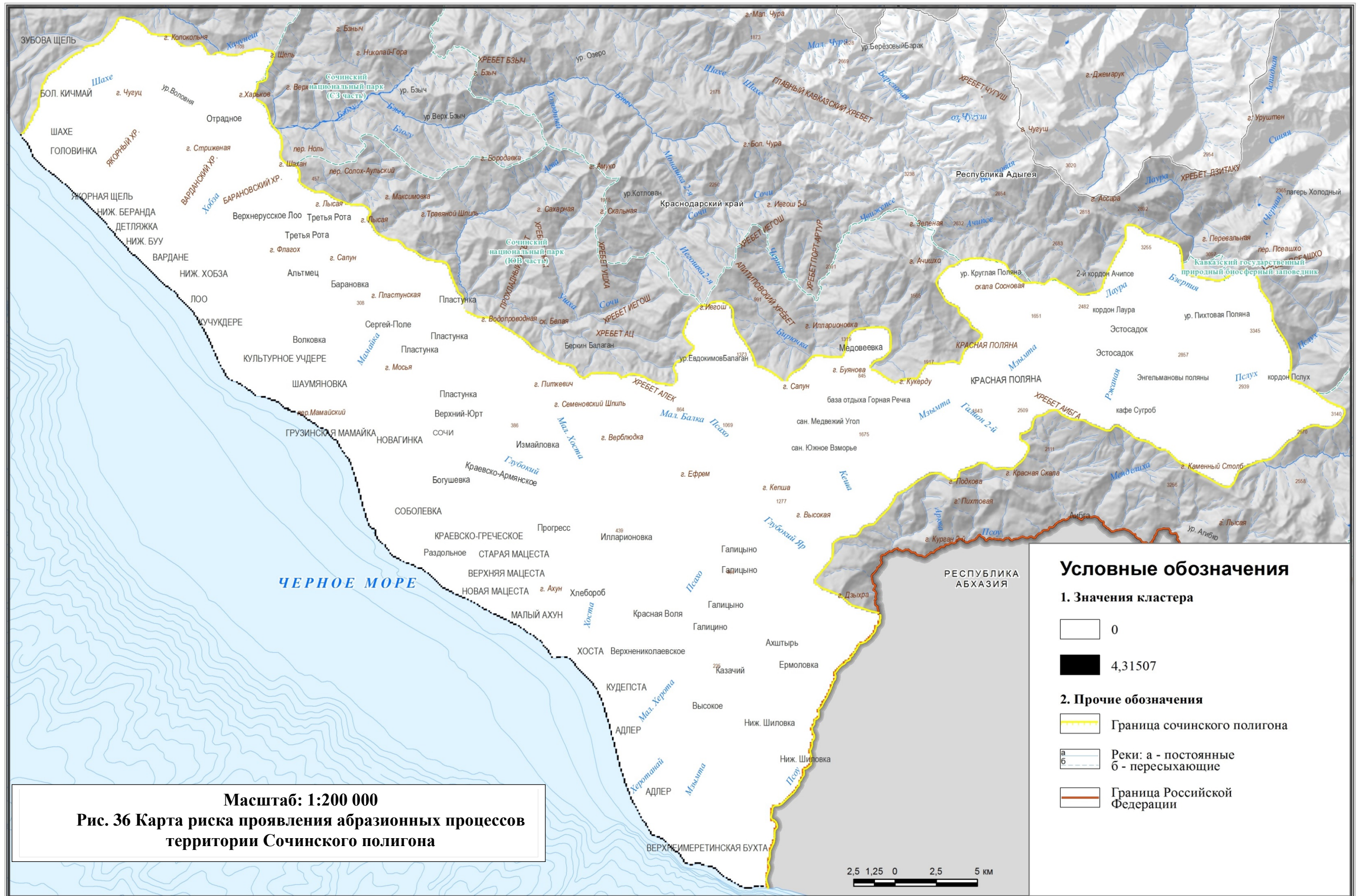
Тип ЭГП	Стоимость ячейки 100x100м, тыс. руб	Балльный коэффициент стоимости
Оползневые процессы	78354,38667	1,851595082
Селевые процессы	54892,51778	1,297166889
Процессы затопления и подтопления	39314,01207	0,929030709
Абразионные процессы	182601,8123	4,315069418
Обвально-осыпные процессы	20227,6403	0,478000032
Речная эрозия	4618,780267	0,109146548
Лавинные процессы	43163,21385	1,019991323
Итого	423172,3632	10

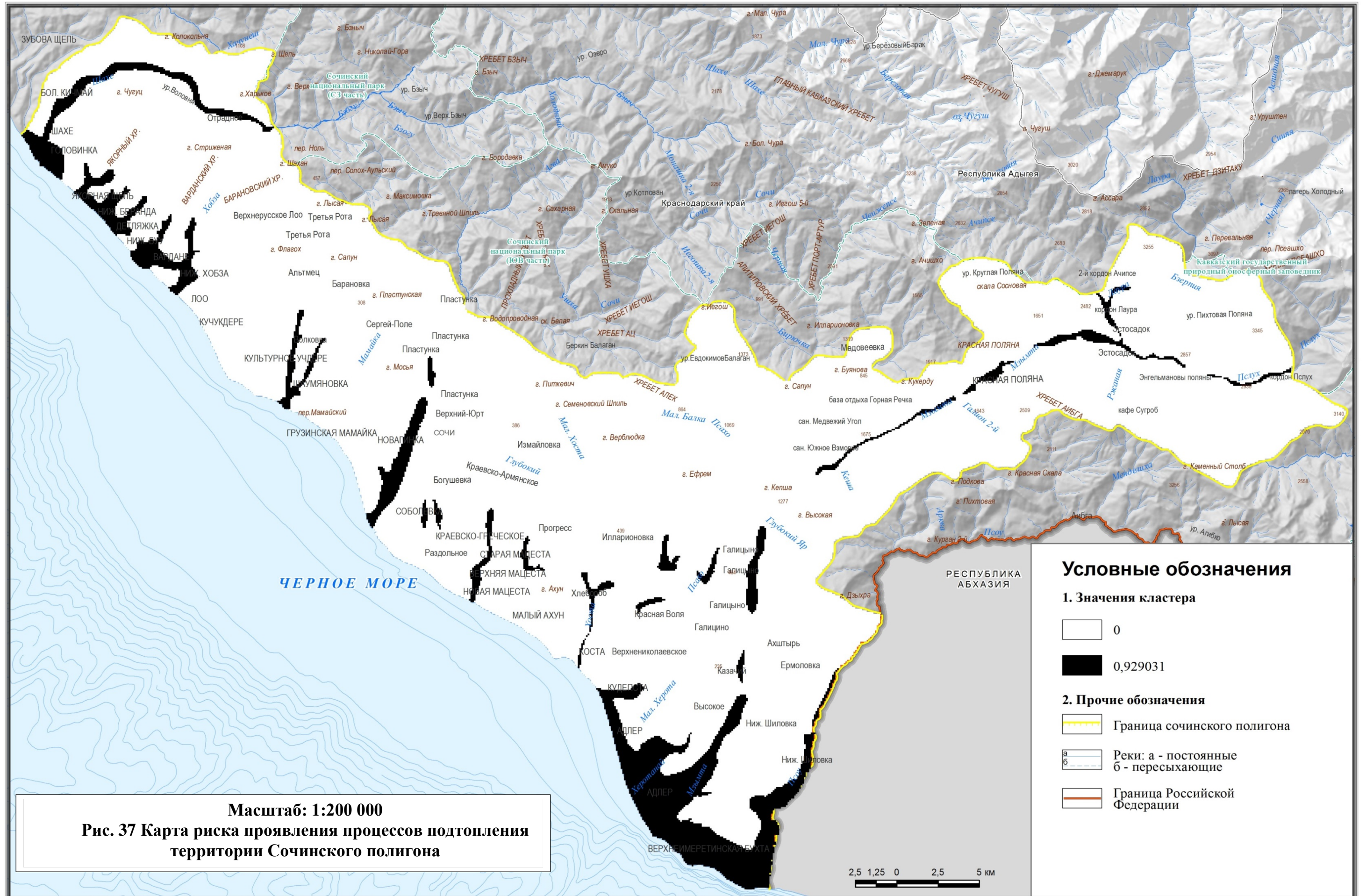
3.6 Интегральная оценка риска экзогенных геологических процессов территории Сочинского полигона

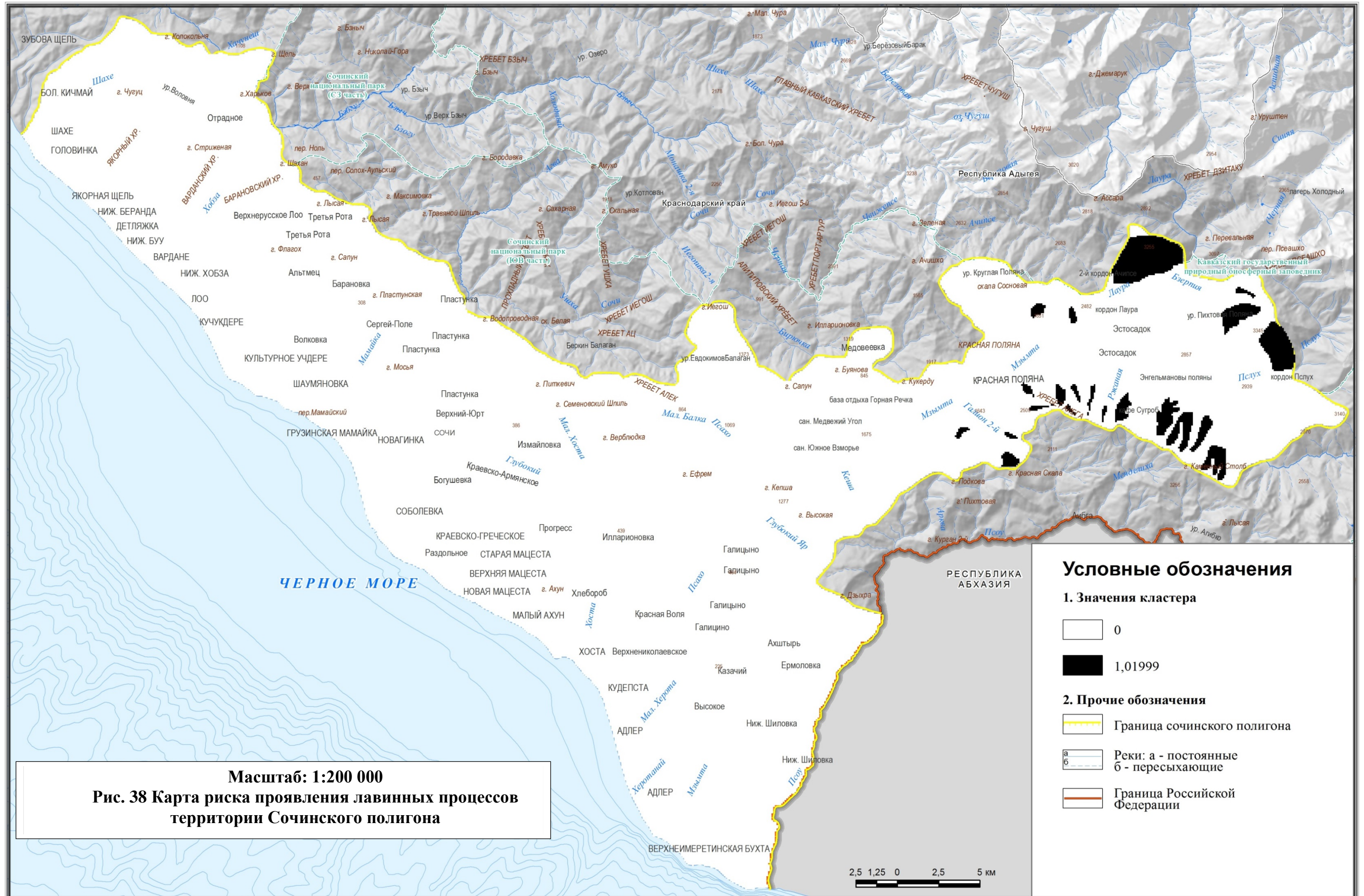
Рассчитав бальный коэффициент условной ячейки для каждого процесса в отдельности, необходимо присвоить значения коэффициента растровому покрытию территории, подверженной риску проявления ЭГП с размером ячейки 100x100 м.

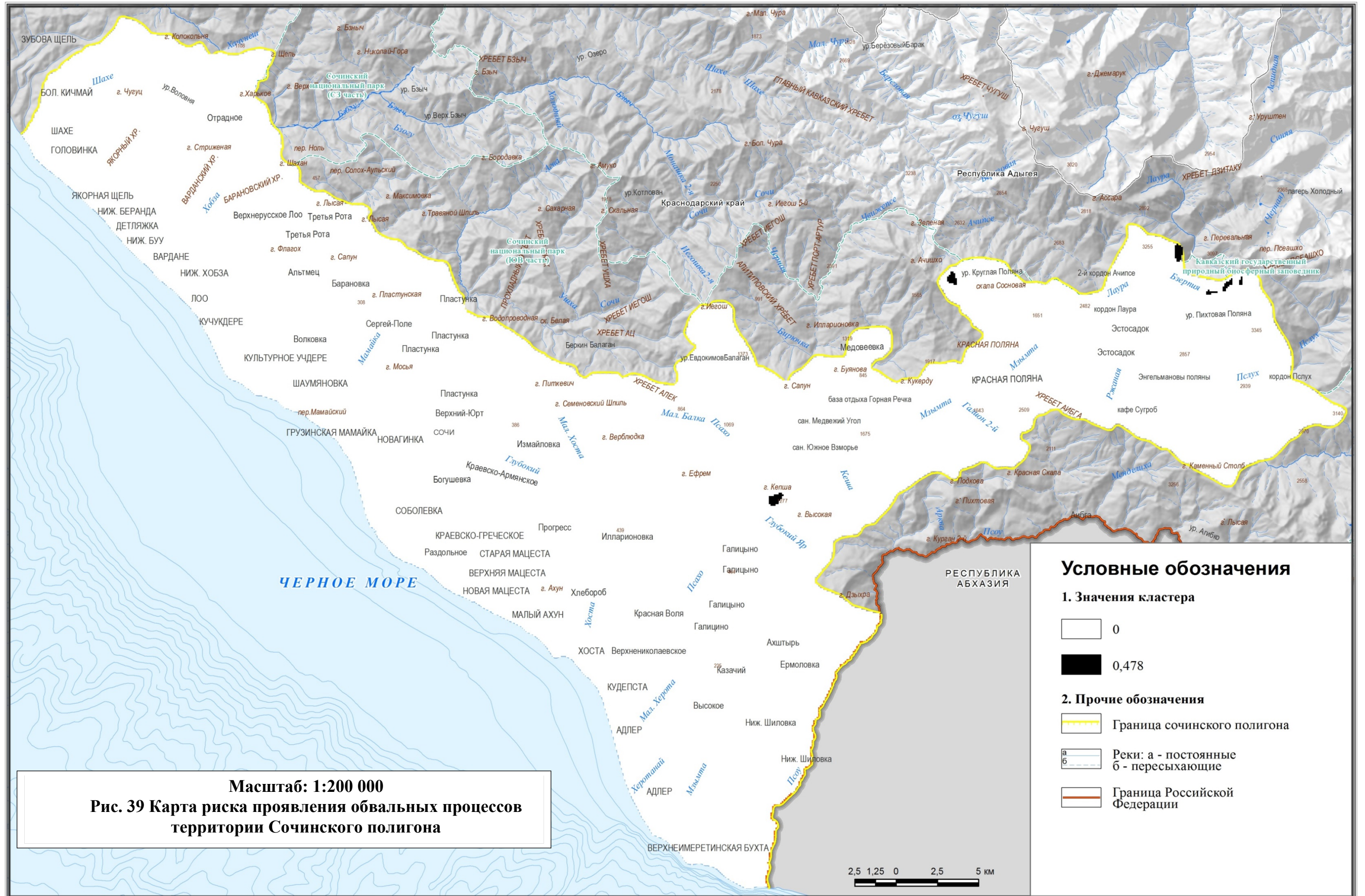
Спецификация программного комплекса ArcGis, как и многих других, заключается в неспособности производить математические операции растров с отсутствующими значениями ячеек “no data”, для того чтобы избежать возникновения ошибок при расчетах необходимо территории не подверженной проявлению того или иного процесса присвоить значение “0”. В противном случае при проведении операции “no data” + “X_n” = “0”, что не соответствует с логикой вычисления интегрального риска. При присвоении ячейкам с “no data” значения “0” логика вычисления поменяется на “0”+“X_n”=“X_n” и соответственно “X_a”+“X_b”+“X_n”=“X_{summ a,b,n}”.

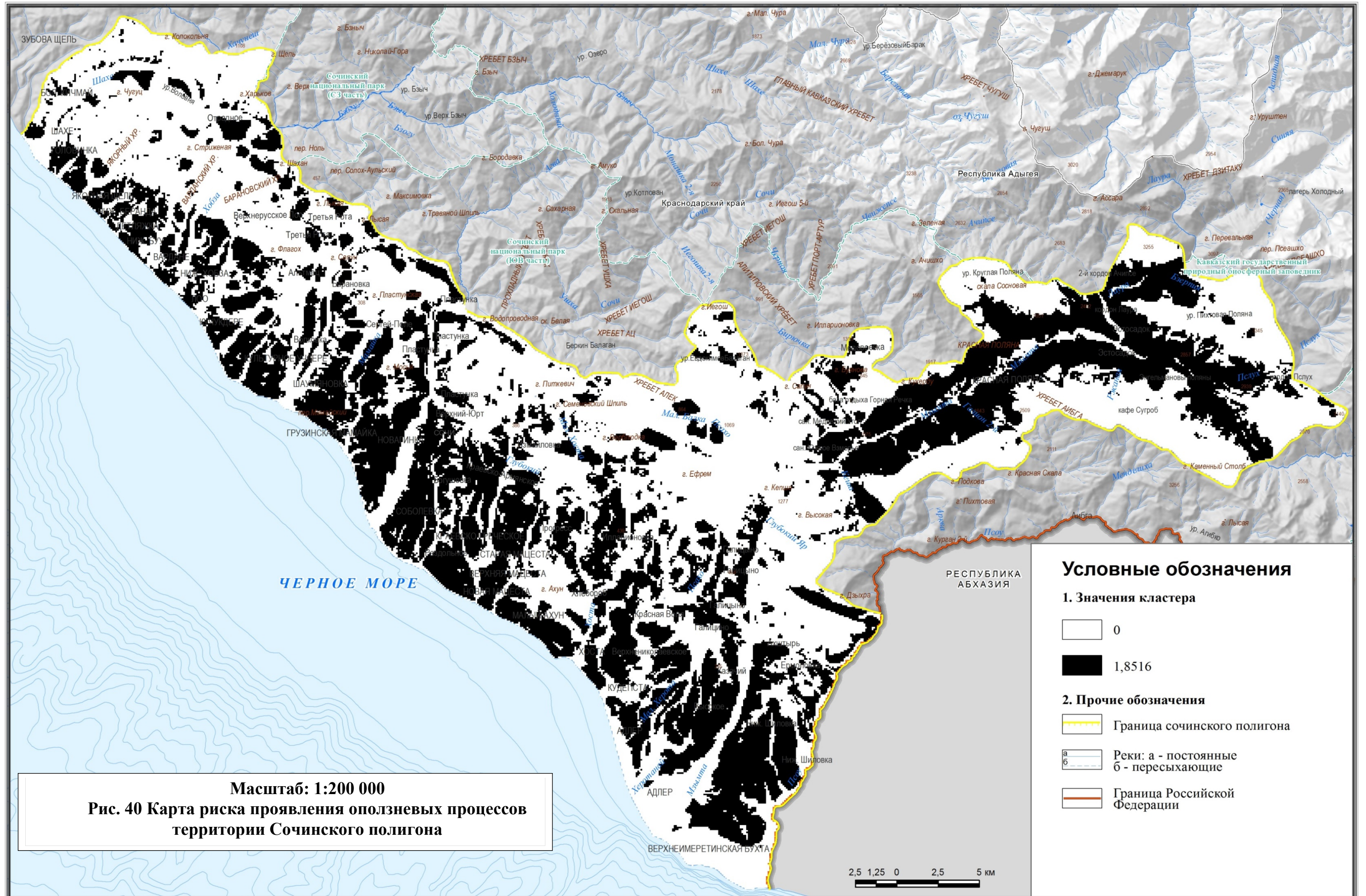
Для создания растрового покрытия изучаемой территории необходимо суммировать полигональный слой опасности проявления каждого ЭГП с полигональным слоем площади изучаемой территории. При этом необходимо указать значение «опасных» территорий соответствующее бальной оценке стоимости защитных мероприятий, а для остальной территории присваивается значение “0”. Полученный полигональный слой необходимо конвертировать в растровое покрытие с размером пиксела 100 м. и значением соответствующим полигональному слою.

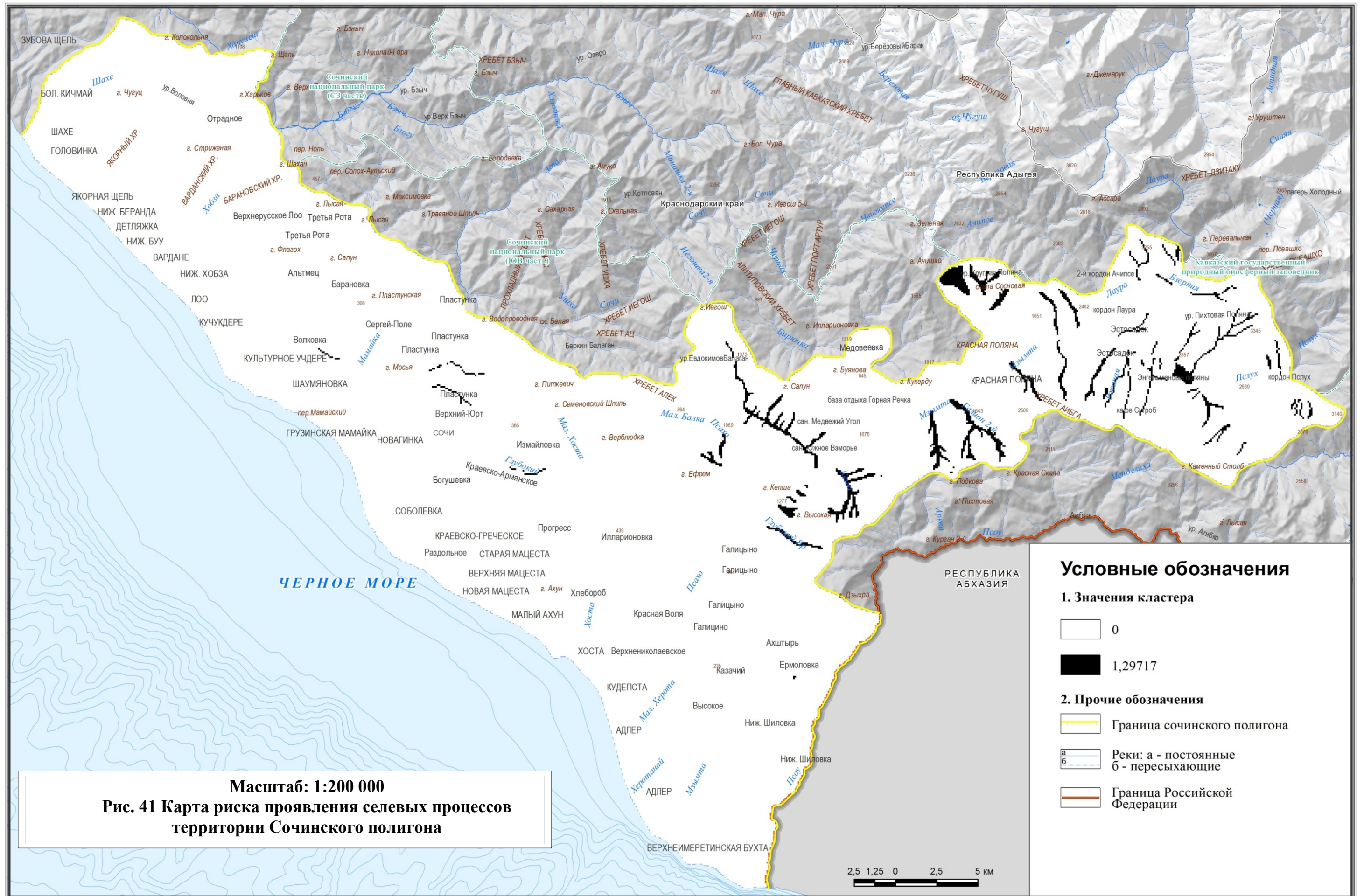


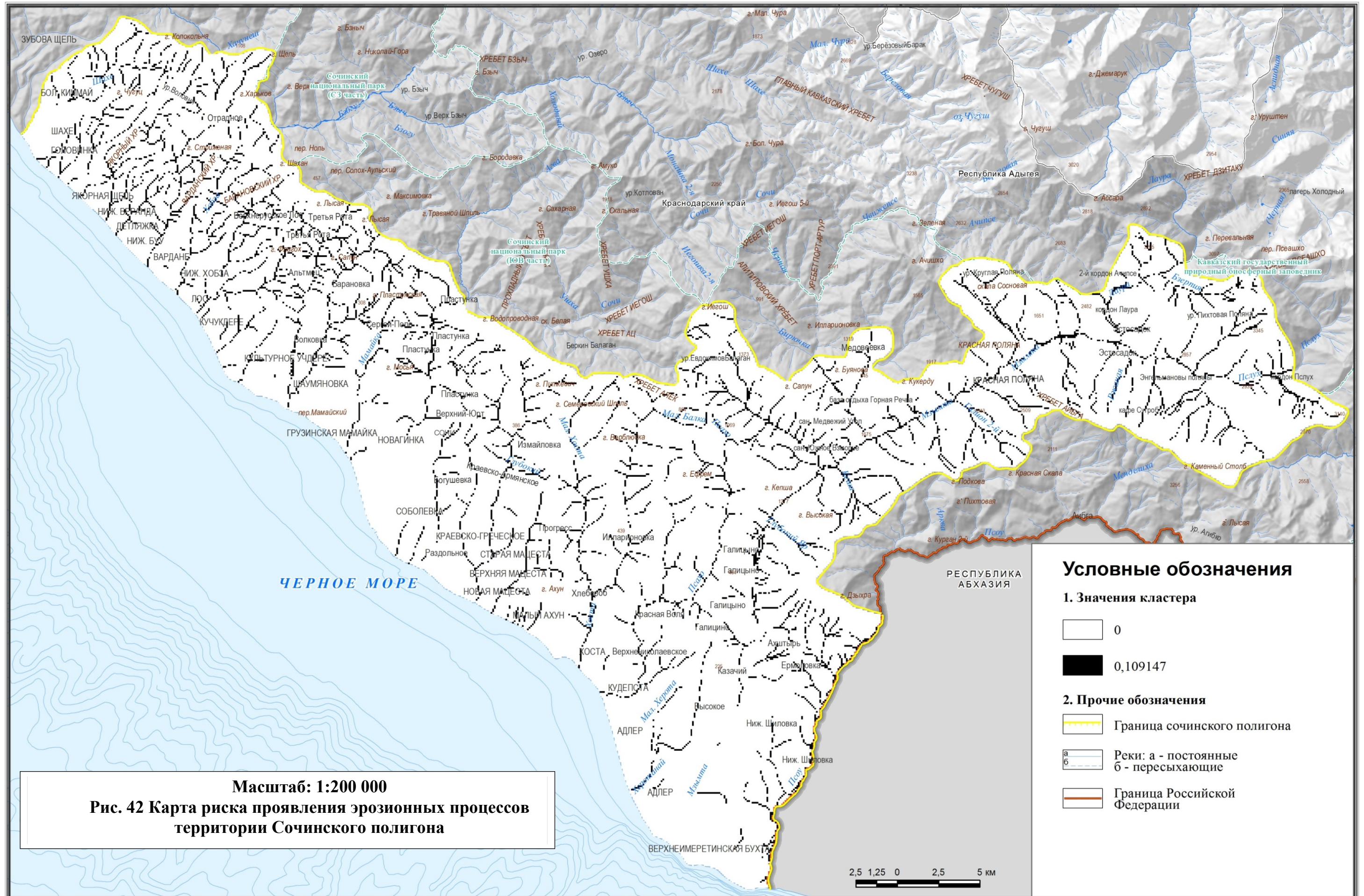








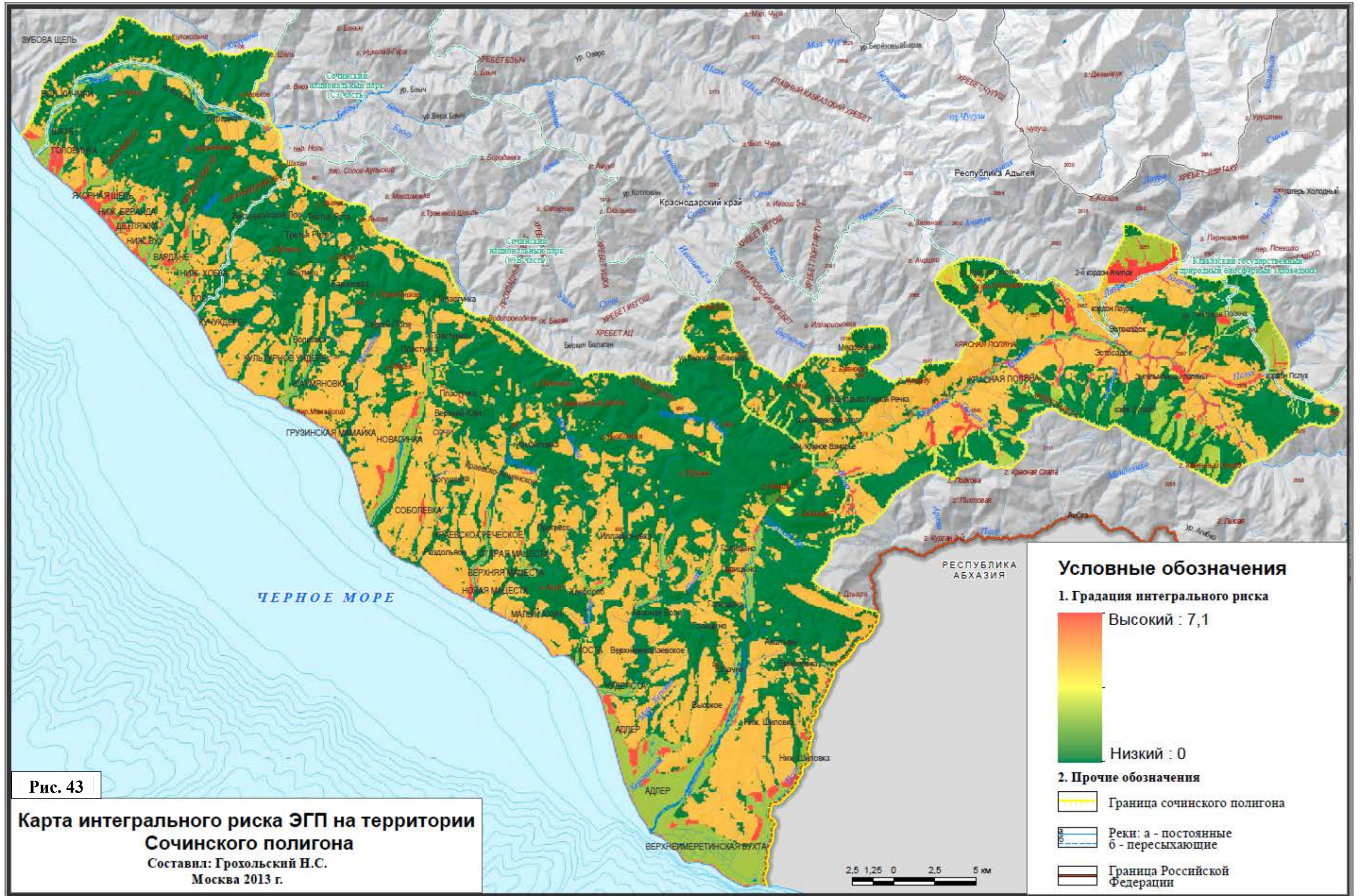




Полученные растровые покрытия территории со значениями балльного коэффициента (рис. 36-42) балльной оценки стоимости защитных мероприятий для каждого тип ЭГП в отдельности необходимо суммировать, используя картографическо-математические алгоритмы сложения растровых изображений. Значения ячеек, совпадающих по площадному расположению, суммируются и образуют матрицу значений, т.е. новый растровый слой с размером ячейки соответственно 100x100 м. и суммарным значением коэффициентов балльной оценки стоимости защитных мероприятий на изучаемой территории.

Таким образом, суммарный растр (рис. 43) является визуальным отображением результата интегральной оценки риска ЭГП на территории Сочинского полигона.

По итогам исследования площадь Сочинского полигона была разделена на 122626 ячеек размером 100x100 м. Диапазон допустимых значений ячейки от 0 до 10, исходя из 10-ти балльной оценочной шкалы. Действительный диапазон значений ячеек от 0 до 7,0957. Результат интегральной оценки ячеек территории Сочинского полигона отображен на рис. 3.6.8. Закраска территории соответствует растяжке значений ячеек.



Интегральный риск территории Сочинского полигона ранжирован на 4 класса по значениям балльной оценки ячеек (рис. 44):

1. Первый класс – территории, где отсутствуют факторы и условия, обуславливающие возникновение ЭГП;
2. Второй класс – территории с низким уровнем интегрального риска, значения от 0 – 1 балла;
3. Третий класс – территории со средним уровнем интегрального риска, значения от 1 до 2,5 баллов;
4. Четвертый класс – территории с высоким уровнем интегрального риска, значения свыше 2,5 баллов.

Тем самым можно заключить, что на изучаемой территории порядка 46,5% площади не подвержено риску проявления ЭГП и является наиболее благоприятной для строительства, 9,1% территории с низким уровнем интегрального риска, 41,5% территории подвержено среднему интегральному риску ЭГП и 2,9% территории имеют значения высокого интегрального риска и являются наименее благоприятными для строительства.

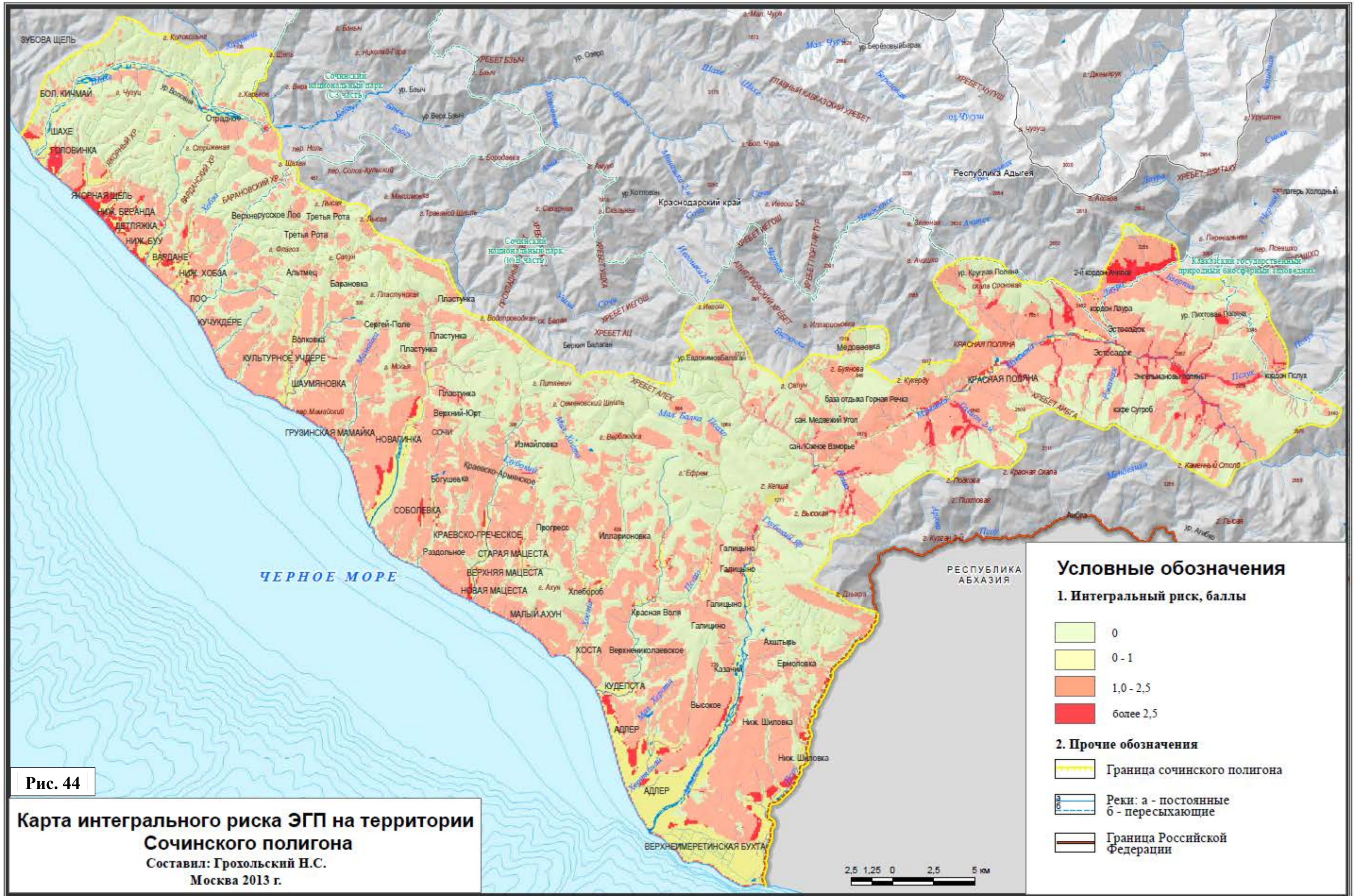


Рис. 44

Карта интегрального риска ЭГП на территории Сочинского полигона
 Составил: Грохольский Н.С.
 Москва 2013 г.

Заключение

Проведенное исследование посвящено разработке методических основ проведения оценки риска ЭГП.

В первой главе приводятся сведения о существующих определениях природных рисков, в состав которых входят риски ЭГП, а также приводится обоснование высокой степени необходимости проведения настоящего исследования для выбора наиболее оптимальной территории для строительства. В данной главе описана актуальность и современные аспекты оценки риска.

Для оценки риска ЭГП необходимо проведение анализа каждого в отдельности типа ЭГП и факторов, формирующих их образование. Доказано, что алгоритм выполнения интегральной оценки риска основывается на системном подходе к изучению каждого типа ЭГП, в том числе территории, подверженной проявлению, и элементов экосистемы, природно-техногенных систем и геологической среды как факторов образования ЭГП.

В главе «реализация методики определения интегрального риска ЭГП на примере сочинского полигона» описано применение методических основ оценки интегрального риска на территории Сочинского полигона. При рассмотрении применения описанной методики доказывается защищаемое положение о неотъемлемости геолого-экономических критериев оценки интегрального риска ЭГП. Обосновано применение методических основ оценки интегрального риска при выборе наиболее оптимального участка изучаемой территории для строительства.

Реализация разработанных методических основ оценки интегрального риска ЭГП позволяет оперативно проводить анализ территории на наличие наиболее оптимальных участков для строительства, в отношении безопасности и затрат на защитные мероприятия направленные на снижение риска активизации ЭГП.

Основные научные и практические результаты исследований заключаются в следующем:

1. Проанализирован опыт предыдущих исследований в области ЭГП на примере оползневых процессов;
2. Определены принципы и критерии оценки рисков ЭГП;
3. Составлен алгоритм оценки интегрального риска ЭГП;
4. Разработана методика определения экономического критерия оценки интегрального риска ЭГП;
5. Разработана методика составления карты, которая должна перманентно меняться в зависимости от поступающей информации;

Апробация выполненных разработок осуществлялась по материалам Сочинского полигона, что позволило составить карту интегрального риска ЭГП и выделить площади с различными уровнями риска ЭГП.

Полученные результаты позволяют считать, что разработанные научно-методические основы оценки интегрального риска ЭГП, на территориального планирования помогают принять решение о наиболее рентабельном строительстве в отношении безопасности от воздействия ЭГП, а также могут служить обоснованием для организации сети мониторинга ЭГП. На стадиях эксплуатации сооружений уточнение оценки интегрального риска ЭГП может производиться по оперативным данным, полученным в ходе мониторинга ЭГП, что позволяет сделать вывод о неотъемлемости настоящих разработок как основной функции мониторинга ЭГП.

Список литературы

1. Ажигиров, А.А. О роли различных денудационных процессов в развитии склонов Северо-Западного Кавказа / А.А. Ажигиров // Геоморфология. 1991.
2. Акимов В.А., Потапов Б.В., Радаев Н.Н. Подход к управлению природными рисками.// Оценка и управление природными рисками./ Материалы Общероссийской конференции "РИСК 2000". - М.: Анкил, 2000.
3. Аэрокосмические методы инженерных изысканий в транспортном строительстве // Тр. ЦНИИС / Под ред. А.Л. Ревзона. М., 1990. с. 112.
4. Бахирева Л.В., Заиканов В.Г. и др. Опыт формирования экспертной системы для оценки геоэкологического риска урбанизированных территорий // Геоэкология. 1996.
5. Бондарик Г.К., Ярг Л.А. Природно-технические системы и их мониторинг // Инженерная геология, 1990, № 5.
6. Бондарик Г.К. Общая теория инженерной (физической) геологии. - М.: Недра, 1981.- 256 с.
7. Бондарик Г.К. Современная инженерная геология. Содержание, структура, задачи // Инженерная геология сегодня и завтра. - М: Изд-во МГУ, 1996.
8. Бондарик Г.К. Системный подход при инженерно-геологических прогнозах. 27 МГК. Инж. геол. секция. Т. 17.1984.
9. Гаврилов В.В., Зеркаль О.В., Уткина И.А. Оценка природного и техногенного риска при геоэкологических исследованиях.// Анализ и оценка природного и техногенного риска в строительстве./ Минстрой России. М.: ПНИИИС, 1995.
10. Геворкян С.Г., Калантарова Ж.Х. Математическое моделирование процессов формирования и движения селевых потоков. – Геоэкология, 1994, №6, с. 59-71.
11. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000 . Издание второе. Серия Кавказская. К-37-IV (Сочи). Объяснительная записка. СПб.: Изд - во СПб картфабрики ВСЕГЕИ , 2000. 135 с .
12. Гидрогеология СССР, сводный том, вып. 5 под редакцией Комарова И.С., Роговской Н.В., Скворцова Г.Г. Инженерно геологическое районирование и закономерности формирования инженерно-геологических условий территории СССР. М, «Недра» 1975г., ВСЕГИНГЕО с. 264
13. Голодковская Г.А., Куринов М.Б. Опыт функционального анализа эколого-геологических систем промышленных регионов //Геоэкология. №5, 1999. С 399–407.

14. Горский В.Г., Моткин Г.А., Швецова-Шиловская Т.Н., Курочкин В.К. Что такое риск // Труды Первой Всероссийской конференции "Теория и практика экологического страхования", М., 1995.
15. Гулакян К.А., Кюнтцель В.В., Постоев Г.П. Прогнозирование оползневых процессов. - М.: Недра, 1977, с. 135.
16. Гулакян К.А. Прогноз развития оползневого процесса // Автореф. дисс. д. г.-м. н. - М.: МГУ, 1987, с. 51
17. Гулакян К.А. Прогнозирование оползневых процессов. М.: Недра, 1977. 135 с.
18. Гулакян К.А., Золотарев Г.С. и др. Формирование сейсмогенных оползней в лёссах плато Уртобаз (Таджикистан) – Геоэкология, 1994, №6, с.80-90.
19. Дзекцер Е.С. Геологическая опасность и риск // Инженерная геология, 1992, № 6, с. 3-10.
20. Дзекцер Е.С. Геологическая опасность и риск (методологические исследования)/ Инженерная геология. 1992.
21. Дублянская Г.Н., Дублянский В.Н. Картографирование, районирование и инженерно-геологическая оценка закарстованных территорий. Новосибирск, 1992.
22. Емельянова Е.П. Расчет устойчивости склонов и откосов, сложенных наклонно залегающими слоями// Методы исслед. И расч. При инж.-геол. И гидрогеол. работах. – Госгеолиздат, 1951
23. Емельянова Е.П. О причинах и факторах оползневых процессов // Сб.: Вопр. гидрогеол. и инж. геол. – Госгеолиздат, 1953
24. Емельянова Е.П. Методическое руководство по стационарному изучению оползней. – Госгеолиздат, 1956
25. Емельянова Е.П. Инженерно-геологическая оценка роли различных природных факторов в развитии оползней // Сб. науч.-техн. информ. МГиОН СССР. – Госгеолтехиздат, 1956. - №2
26. Емельянова Е.П. О значении литологического состава пород в оползневых процессах и классификации оползней // Изв. вузов. Геол. и разведка. – 1959. - №10
27. Емельянова Е.П. Морфологическая классификация оползневых явлений для целей инженерно-геологического картирования // Вопр. регион. инж. геол. и методики исслед. Новая серия. – Госгеолтехиздат, 1963. - №1
28. Емельянова Е.П., Золотарев Г.С. Оползни СССР и вопросы их изучения //Мат. совещ. по изуч. оползней и мер борьбы с ними. – Киев: Изд-во Киев, ун-та, 1964

29. Емельянова Е.П., Розовский Л.Б. Прогноз устойчивости склонов и откосов с использованием природных аналогов и электронных вычислительных машин (ЭВМ) // XXIII сессия междунар. геол. конгр.: докл. сов. геологов. – 1968
30. Зверев В.П. Гидрогеохимические критерии оценки развития и опасности карста. – Геоэкология, 1997, №6, с. 67-73.
31. Зверев В.П., Зверева В.А. Физико-химические закономерности развития карста и его интенсивность на территории СССР // Кора выветривания, вып.15. - М.: Наука, 1976, с. 195-200.
32. Зенкович В.П. Основы учения о развитии морских берегов. - М.: Изд-во АН СССР, 1962. - 710 с.
33. Золотарев Г.С, Калинин Э.В., Минервин А.В. Учебное пособие по инженерной геологии. - М.: Изд-во МГУ, 1970. 382 с.
34. Золотарев Г. С. Инженерная геодинамика. - М.: Изд-во МГУ, 1983. 328 с.
35. Золотарев Г.С. Основные закономерности развития обвалов и оползней в горно-складчатых областях, методы их изучения и прогноза // Вестн. МГУ, Геология, 1969, № 7, с. 45-57.
36. Золотарев Г.С., Рагозин А. Л. Закономерности формирования склонов р. Днестр и методика прогноза их переработки при нестационарном уровненом режиме водохранилищ // Инженерная геология, 1979, № 6, с. 47—63.
37. Инженерно-геологический анализ применения противооползневых мероприятий на Черноморском побережье Крыма и Кавказа / Под ред. Н. И. Кригера. - М.: Стройиздат, 1976, 232 с.
38. Каякин В.В., Мулина А.В. Экспертная оценка риска крупномасштабных промышленных и энергетических объектов.// Оценка и управление природными рисками./ Материалы Общероссийской конференции "РИСК 2000". - М.: Анкил, 2000.
39. Кейлис-Борок В.И., Кронрод Т.Л, Молчан Г.М. Алгоритм для оценки сейсмического риска.//Вычислительная сейсмология. 1973.
40. Кизевальтер Д.С., Раскатов Г.И., Рыжова А.А. Геоморфология и четвертичная геология. (Геоморфология и генетические типы отложений). – М., Недра, 1981.
41. Коломенский Н.В., Иванова И.Н. Статистический подход к обработке данных наблюдений за переработкой берегов водохранилищ // Труды Гидропроекта, 1974, № 36.
42. Коломенский Н.В., Комаров И. С. Инженерная геология. - М.: Высшая школа, 1964. 480 с.
43. Комаров И.С. Накопление и обработка информации при инженерно-геологических исследованиях. - М: Недра, 1972, 296 с.

44. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Специальная инженерная геология. - Л., 1978. 496 с.
45. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика. - Л.: Недра, 1977. - 479 с.
46. Ломтадзе В.Д. Словарь по инженерной геологии. – СПб., СПб горный институт, 1999, - 360 с.
47. Ломтадзе В.Д. Теоретические основы инженерной геодинамики. – Инж. геология, 1987, № 1, с.3-10.
48. Лялин А.И. Защита черноморских берегов и пляжей России. - Туапсе, 2001. 200с.
49. Милановский Е.Е. Новейшая тектоника Кавказа. М., Недра, 1968.
50. Молочко А.В. Геоинформационное обеспечение геоэкологического риск-анализа эксплуатации нефтепромыслов (на примере Саратовской области)// Автореферат диссертации Астрахань. 2010.
51. Мягков С.М. География природного риска. - М.: Изд-во МГУ, 1995. 224 с.
52. Мягков С.М. Относительная вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на территории бывшего СССР // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. Вып. 9. М.: ВИНТИ, 1992. С. 18-27.
53. Осипов В.И., Кутепов В. М, Зверев В. П. и др. Опасные экзогенные процессы. – Под ред. Осипова В.И. // М.: ГЕОС, 1999, 290 с.
54. Пашкин Е.М. Синергетика геосистем: новый подход в инженерной геологии. – Инж. геология. 1992, №6, с. 11-13.
55. Пендин В.В. Комплексный количественный анализ информации в инженерной геологии (теория, методология, приложения): Автореф. докт. дис. М., 1990. 42 с.
56. Петров Н.Ф. Оползневые системы. Простые оползни. Кишинев, "Штиинца", 1987.
57. Постоев Г.П. Прогнозирование и управление состоянием оползней на основе изучения их механики формирования и режима. / Автореф. докт. дисс. – М., 1992, - 42 с.
58. Постоев Г.П. Ранжирование факторов при прогнозном картировании оползнеопасных территорий. Вопросы инженерной геодинамики. - М.: ВСЕГИНГЕО. 1976, вып.105, с. 37-47.
59. Постоев Г.П. Технология решения задач оценки природных рисков.// Анализ и оценка природных рисков в строительстве/ Материалы международной конференции. М.: ПНИИИС, 1997.

60. Прогноз экзогенных геологических процессов на Черноморском побережье СССР / Под ред. А. И. Шеко, В. С. Круподерова. - М.: Недра, 1979, 239 с.
61. Рагозин А.Л. Вероятностно-детерминированное прогнозирование опасных природных процессов// Анализ и оценка природных рисков в строительстве/ Материалы международной конференции. М.: ПНИИИС, 1997.
62. Рагозин А.Л. Современное состояние и перспективы оценки и управления природными рисками в строительстве.// Анализ и оценка природного и техногенного риска в строительстве/ Минстрой России. М.: ПНИИИС, 1995.
63. Рагозин А.Л. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных природных процессов // Промышленное и гражданское строительство, 1992, № 12, с. 6-7.
64. Рагозин А.Л. Общие закономерности формирования и количественная оценка природных рисков на территории России // Вопросы анализа риска, 1999, том 1, № 2—4, с. 28—47.
65. Рагозин А.Л. Общие положения оценки и управления риском // Геоэкология. 1999. № 5. С. 417-429.
66. Рагозин А.Л. Опасность и риск - новые категории инж. геологии - В сб.: Новые идеи в инж. геологии. - М., Изд-во МГУ, 1996, с. 34-35;
67. Рагозин А.Л. Оценка и картографирование опасности и риска от природных и техноприродных процессов (история и методология) // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. Вып. 3. М.: ВИНТИ, 1993. С. 16-42.
68. Рагозин А.Л. Ранжирование опасных природных и техно-природных процессов по социально-экономическому ущербу от их проявления на территории России. Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. М; ВИНТИ, вып. 2, 1993., с. 50-61.
69. Рагозин А.Л., Елкин В.А. Региональная оценка карстовой опасности и риска. // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций, 2003, № 4, с. 33-52.
70. Ревзон А.Л. Индикационный анализ космических фотоснимков в инженерной геоморфологии // Геоморфология. 1987. № 2. С. 35-42.
71. Ревзон А.Л. Опасные природные процессы и строительство (взгляд с орбиты) //Экология и промышленность России. 1997. Март. С. 21-26.
72. Реймерс Н.Ф. Природопользование. – М., Мысль, 1990, 638 с.
73. Розовский Л.Б., Зелинский И.П. Инженерно-геологические прогнозы и моделирование. - Одесса, 1975. 115 с.
74. Саваренский Ф. П. Инженерная геология. – Л., ГОНТИ, 1939. - 488 с.
75. Сергеев Е.М. Инженерная геология. - М., Изд-во МГУ, 1982. - 247 с.

76. Спектор С.В., Лыгин М.В., Анненков А.А., Глинский М.Л., Платонова А.В. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Российской Федерации в 2010 г. М., Геоинформмарк. вып. 34. 2011 г. – 208 с.
77. Спектор С.В., Лыгин М.В., Анненков А.А., Глинский М.Л., Платонова А.В. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Российской Федерации в 2011 г. М., Геоинформмарк. вып. 35. 2012 г. – 220 с.
78. Спектор С.В., Лыгин М.В., Анненков А.А., Глинский М.Л., Платонова А.В. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Российской Федерации в 2012 г. М., Геоинформмарк. вып. 36. 2013 г. – 232 с.
79. Тер-Степанян Г.И. Дискуссия о механизме оползней. – Пробл. геомеханики. Ереван, 1977, №7, с. 152-153.
80. Тихвинский И.О. Оценка оползневого риска на региональном и локальном уровнях.// Оценка и управление природными рисками/ Материалы Общероссийской конференции "РИСК 2000". - М.: Анкил, 2000.
81. Толмачев В.В. Оценка риска от карстовых провалов при решении инженерных задач.// Оценка и управление природными рисками/ Материалы Общероссийской конференции "РИСК 2000". - М.: Анкил, 2000.
82. Трифонов В.Г., Макаров В.И., Скобелев С.Ф. и др. Аэрокосмическое изучение сейсмоопасных зон М.: Наука, 1998. 174 с.
83. Трофимов В.Т. Зональность инженерно-геологических условий континентов Земли. – М.: Изд-во МГУ, 2002, - 348 с.
84. Федоренко В.С. Горные оползни и обвалы и их прогноз. – М., Изд-во МГУ, 1988, - 212 с.
85. Харьковина М.А. Экологическая геодинамика и сельское хозяйство // Энергия: экономика, техника, экология. 2001, № 10. С.30-37
86. Харьковина М.А. Эколого-геодинамические исследования при крупномасштабном картировании. // Сергеевские чтения. Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (22-23 марта 2001). Вып. 3. М.: ГЕОС, 2001. С.426-429.
87. Шаврина Е.В. Опыт и перспективы комплексного изучения экзогенных геологических процессов на особо охраняемых природных территориях. // Сергеевские чтения. Вып.6. Инж. геология и охрана геол. среды. Современное состояние и перспективы развития. – М., ГЕОС, 2004, с. 215-219.
88. Шахов В.В. введение в страхование: экономический аспект. М.: Финансы и статистика, 1992.

89. Шеко А.И. Закономерности формирования и прогноз селей. - М.: Недра, 1980, 296 с.
90. Шеко А.И., Круподеров В.С. Оценка опасности и риска экзогенных геологических процессов. – Геоэкология, 1994, №3, с. 11-21.
91. Шеко А.И., Круподеров В.С., Тимофеев Д.А. Общие представления об экзогенных геологических процессах. – В кн. Опасные экзогенные процессы. – М., ГЕОС, 1999, с.12-48.
92. Шеко А.И. Основные положения оценки опасности и риска экзогенных геологических процессов (ЭГП)// Анализ и оценка природного и техногенного риска в строительстве/ Минстрой России. М.: ПНИИИС, 1995.
93. Шеко А.И. Проблемы опасности и риска от экзогенных геологических процессов.// Оценка и управление природными рисками/ Материалы Общероссийской конференции "РИСК 2000". - М.: Анкил, 2000.
94. Шеко А.И., Круподеров В.С. Оценка опасности и риска от экзогенных геологических процессов// Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология и геокриология. 1994.
95. Шешеня Н.Л. Инженерно-геологические процессы и инженерная защита морских побережий России. // Сергеевские чтения. Вып.6. Инж. геология и охрана геол. среды. Современное состояние и перспективы развития. – М., ГЕОС, 2004, с. 219-223.
96. Шешеня Н.Л. Инженерно-геологическое и экологическое обоснование необходимости инженерной защиты морских побережий России. // Сергеевские чтения. Вып.4. Мат-лы годичной сессии РАН. – М., ГЕОС, 2002.с.175-179.
97. Шешеня Н.Л. Основы инженерно-геологического прогнозирования. - М.: Наука, 1986, 111 с.
98. Экзарьян В. Н., Епишин В.К. Прогноз процесса формирования берегов водохранилищ. - М.: Энергия, 1979. 113 с.
99. Хайме Н.М. Нормативное обеспечение инженерно-экологических изысканий для строительства. – Геоэкология, 1997, №6, с. 107-120.
- 100.Renn O. Three Decades of risk reserch: accomplishments and new challenges // Risk Reserch. 1998, V.I, P. 49-72

Нормативная литература

- 101.Инструкция по проектированию и строительству противолавинных защитных сооружений. СН 517-80. М., 1981. 19 с.
- 102.Инструкция по проектированию и строительству противооползневых и противообвальных защитных сооружений СН 519—79. - М.: Стройиздат, 1981, 24 с.

- 103.Свод правил. Инженерно-экологические изыскания для строительства (СП 11-102-97.) / Госстрой России. - М.: ПНИИС Госстроя России, 1997. - 41 с.
- 104.Строительные нормы и правила РФ. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. (СНиП 11-02-96). – М.: Мин-строй РФ, 1997. 42 с.
- 105.Строительные нормы и правила, ч. 2, раздел А, гл. 12. СНиП II-A.12-1969. Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования, - М., 1970.
- 106.Строительные нормы и правила. Инженерная защита территорий от затопления и подтопления. (СНиП 2.06.15-85) - М.: Госстрой СССР, 1986.
- 107.Строительные нормы и правила. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения проектирования. (СНиП 2.01.15-90). – М., ПНИИС, 1991.
- 108.№223-ФЗ от 10 июня 2011 г. (Закон о закупках товаров и услуг юридическими лицами)
- 109.№147-ФЗ от 17 августа 1995 г. (Закон о естественных монополиях)
- 110.№94-ФЗ от 21 июля 2005 г. (О размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд)
- 111.ГОСТ Р 51901.1-2002 Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем 01.09.2003
- 112.Рекомендации по оценке геологического риска на территории Москвы. 2002 г.
- 113.Основы анализа и управления рисками в природной и техногенной сферах. 2004 г.
- Отчеты о научно-исследовательской работе*
114. Отчет Черноморского отделения по проблемам инженерной геологии, гидрогеологии и геоэкологии за 1990-1992 гг./ Государственное геологическое предприятие «Севкавгеология», Кубанская государственная компания минеральных ресурсов и геоэкологии ГК «Кубаньгеология»; Руководитель Островский А.Б., Лободин В.А., г. Сочи, 1992 г.
115. Сводный отчет по объектам 31/90-Г "Опытно-производственные работы по геоэкологическому мониторингу прибрежно-морской экосистемы Черноморского бассейна в пределах Краснодарского края" и 30/91-Г "Геолого-съёмочные работы масштаба 1:200 000 в Азово-Черноморском бассейне"/ Центральная морская геолого-геофизическая экспедиция (ГП ЦГГЭ); Руководитель Никаноренкова Т.И., г. Геленджик, 1992 г.
116. Отчет Лабинской геолого-съёмочной партии по работам 1986-94 гг. в Краснодарском, Ставропольском краях и Карачаево-Черкесской республике/ Северо-

Кавказский региональный геологический центр, ГП «Центральная геологическая экспедиция»; Руководитель Курбанов М.М., Пруцкий Н.И., г. Ессентуки, 1995 г.

117. Отчет о региональной геоэкологической оценке территории Краснодарского края и республике Адыгея/ Кубанская государственная минеральных ресурсов и геоэкологии ГК «Кубаньгеология», Научно-производственный геоэкологический центр «Геоэкология Кубани»; Руководитель Зайцев Н.М., Величко С.В., Тытянок Н.Н., г. Краснодар, 1997 г.

118. Отчет по объекту 31/95-Г/ Государственное федеральное унитарное геологическое предприятие «Южное научно-производственное объединение по морским геологоразведочным работам» (ГНЦ ГПП НПО «Южморгеология»); Руководитель Андреев В.М., Шельтинг С.К., г. Геленджик, 1998 г.

119. Отчет о научно-исследовательской работе по объекту "Создание опережающей геофизической основы ГК-1000/3" на 2000-2002 гг./ ФГУП Всероссийский научно-исследовательский институт разведочной геофизики им. А.А. Логачева (ФГУП «ВИРГ-Рудгеофизика»; Руководитель Михайлов Г.Н., Асламов Ю.В., г. Санкт-Петербург, 2002 г.

120. Отчет "Оценка геоэкологического состояния Черноморского побережья для создания модели устойчивого развития прибрежно-морских территорий"/ ГУП «Кубаньгеология»; Отв. исп. Кухарев И.Л., Резников Н.В., г. Краснодар, 2003 г.

121. Отчёт по государственному контракту от 04.05.2005 № 09/01/12-18/ ФГУПП «Южное научно-производственное объединение по морским геологоразведочным работам» (ГНЦ ФГУПП «Южморгеология»; Отв. исп. Шейков А.А., г. Геленджик, 2008 г.